VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО СРЕДНЕМУ РЕМОНТУ РАКЕТНОГО, РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО И АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

ЧАСТЬ II

СРЕДНИЙ РЕМОНТ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО
ПО СРЕДНЕМУ РЕМОНТУ
РАКЕТНОГО, РАДИОТЕХНИ
И АРТИЛЛЕРИ
ВООР

Настоящее Руководство разработано на основе Руководства по ремонту радиотехнических станций, общая часть — книга II, Воениздат, 1963 г., не имеющая грифа. При написании также использовалась справочная и техническая литература открытого издания.

Рисунки к Руководству помещены в альбоме.

ВВЕДЕНИЕ

Общее руководство по среднему ремонту ракетного, радиотехнического и артиллерийского вооружения совместно с руководствами по среднему ремонту конкретных изделий вооружения предназначено в качестве основной ремонтной документации для ремонтных органов частей, соединений и объединений как в мирное, так и в военное время.

Общее руководство состоит из следующих частей:

часть 1. Общая часть;

часть 2. Средний ремонт радиотехнического вооружения;

часть 3. Средний ремонт артиллерии и стрелкового оружия;

часть 4. Средний ремонт артиллерийских оптических приборов.

При среднем ремонте радиотехнического вооружения руководствоваться указаниями, данными в части 1 и в части 2 настоящего Общего руководства.

Часть 2 Общего руководства состоит из 11 разделов и приложений.

В разделе 1 изложены общие вопросы методики проверки и регулировки, выбора приборов и подключения их к схемам.

В остальных разделах изложены методики проверки, отыскания неисправностей, настройки и регулировки передающих, приемных, индикаторных и питающих устройств, антенно-фидерных и синхронно-следящих систем и систем защиты от помех, а также комплексной настройки станции.

В приложениях приведены справочные данные, требующиеся при ремонте радиотехнического вооружения.

Материал, изложенный в разделах 1, 6 и 10, а также в приложениях, может быть использован при ремонте блоков и пультов наземного оборудования ракетных комплексов, электронно-вычислительных машин, электромеханических приборов и других аналогичных видов вооружения.

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РУКОВОДСТВЕ

АВС — антенно-волноводная система
АФС — антенно-фидерная система
АПЧ — автоматическая подстройка частоты
АРУ — автоматическая регулировка усиления
ВАРУ — временная автоматическая регулировка усиления
ГОН — генератор опорных напряжений
ГСС — генератор стандартных сигналов
ИЭ — инструкция по эксплуатации
КСВ — коэффициент стоячей волны
ЛБВ — лампа бегущей волны
МАРУ — мгновенная автоматическая регулировка
РРУ — ручная регулировка усиления
РТС — радиотехническая станция
РИП — радиолокационный испытательный прибор
РПЧ — ручная подстройка частоты
СВЧ — сверхвысокая частота
СПЦ — селекция подвижных целей
СУА — система управления антенной
ТО — техническое описание
УПЧ — усилитель промежуточной частоты
УМЧ — усилитель модулирующей частоты
УПТ — усилитель постоянного тока
ЭМП — эквивалент местных предметов
ЭВМ — электронно-вычислительная машина

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕРКЕ И РЕГУЛИРОВКЕ БЛОКОВ И СИСТЕМ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

1.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1.1. В настоящем разделе приводятся общие указания по сборке схем проверок, способы и порядок измерения (общие для ряда последующих разделов), способы регулировки напряжений и ряд других общих вопросов, которые необходимо знать при ремонте радиоаппаратуры.

1.1.2. При выполнении работ по проверке, настройке и регулировке блоков, систем и станции в целом необходимо знать и строго выполнять правила техники безопасности, изложенные в Общем руководстве по среднему ремонту ракетного, радиотехнического и артиллерийского вооружения, часть 1, Воениздат, 1971, а также в ИЭ и частном руководстве по ремонту ремонтируемой станции.

1.1.3. Для технических требований, указанных в настоящем Руководстве по ремонту, приведена и методика проверки с указанием требуемых параметров приборов, которые необходимы для проверки. Однако в частных руководствах по ремонту или в ИЭ указанные требования могут отличаться в зависимости от особенностей ремонтируемой аппаратуры.

1.1.4. В настоящем Руководстве приводится несколько методов и схем проверок параметров и даны указания, в каких случаях какой метод надо применять в зависимости от конкретных условий.

1.1.5. Проверку и настройку радиотехнических изделий проводить при строгом выполнении требований по радиотехнической маскировке (РТМ).

Требования по РТМ конкретных изделий изложены в частных руководствах по ремонту и в действующих приказах и инструкциях.

1.1.6. Составные части изделий (блоки и субблоки), при настройке которых излучается энергия СВЧ колебаний в окружающее пространство, необходимо настраивать в кабинах изделий или в экранированных помещениях.

Требования к экранированному помещению изложены в Приложении 3 настоящего Руководства.

1.1.7. Настройку радиотехнических изделий в сборе (в необходимых случаях) проводить при работе на эквиваленты, обеспечивающие ослабление излучаемых сигналов до требований, указанных в действующих приказах, директивах и частных инструкциях по радиотехнической маскировке.

1.2. УКАЗАНИЯ ПО СБОРКЕ СХЕМ И ПРОВЕРКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

1.2.1. Конкретные схемы проверок технических требований с указанием элементов, кабелей и т. д. приводятся в частных руководствах по ремонту или в ИЭ. При этом в частных руководствах по ремонту могут быть рекомендованы схемы для проверки блока, узла или системы как непосредственно в станции, так и вне ее, т. е. в мастерской. В этом случае схему проверки надо выбирать исходя из конкретных условий. Для проверки непосредственно в станции блок выдвигают из шкафа или кожуха и подключают с помощью ремонтного кабеля, имеющегося в ЗИП станции.

1.2.2. Приборы, используемые для проверки параметров, должны быть заземлены. Расположение приборов должно обеспечивать удобство проверки параметров. Источники питания, регуляторы напряжения, вспомогательные приборы и эквиваленты нагрузок рекомендуется устанавливать под верстаком, если в процессе работы не требуется частый доступ к их органам управления.

Запрещается устанавливать измерительные приборы друг на друга во избежание их перегрева. Проверяемый блок, узел или прибор рекомендуется устанавливать на поворотное устройство, обеспечивающее доступ к монтажу и органам регулировки.

Применяемые для проверки технологические блоки должны подвергаться регулярным периодическим проверкам. Если эти блоки или приборы из комплекта ремонтируемой станции, то они должны быть отремонтированы и проверены в первую очередь.

1.2.3. Подключаемые к измерительным цепям высокочастотные приборы должны быть согласованы по волновому сопротивлению с помощью переходных и согласующих устройств и трансформаторов полных сопротивлений.

1.2.4. Проверку технических требований выполнять при напряжениях питания, указанных в частном руководстве по ремонту или ИЭ. Напряжения питания регулировать, как указано в подразделе 1.4.

Если напряжение сети непрерывно изменяется, то на входе регулятора напряжения необходимо установить феррорезонансный стабилизатор.

1.2.5. Во время проверки технических требований и настройки блоков нельзя снимать экраны ламп и экранирующие крышки, так как при этом будут допущены ошибки измерений или неправильно будет выполнена настройка.

1.3. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ

1.3.1. Применяемая измерительная аппаратура должна быть исправной и иметь действительный срок годности для применения, установленный органами надзора за мерами и измерительными приборами. Сроки, в течение которых прибор считается пригодным для пользования (после его проверки), указываются в действую-

щем положении о надзоре за измерительными приборами в Советской Армии и Военно-Морском Флоте и в других действующих приказах.

1.3.2. При проведении обязательных проверок необходимо руководствоваться действующими инструкциями Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР или поверочными инструкциями и методическими указаниями Министерства обороны СССР.

Между сроками обязательных проверок в зависимости от интенсивности эксплуатации измерительная аппаратура может подвергаться по усмотрению командира части периодической проверке.

1.3.3. Если в процессе эксплуатации производится ремонт измерительной аппаратуры с нарушением на ней поверительного клейма, то такая аппаратура должна быть подвергнута внеочередной (обязательной) проверке.

Допустить к эксплуатации измерительную аппаратуру после ремонта (даже если она не требует государственной обязательной проверки) можно только после проверки ее в органах надзора за мерами и измерительными приборами.

1.3.4. Результаты обязательной проверки вносятся в формуляры аппаратуры с отметкой даты проверки и заверяются подписью поверяющего с наложением оттиска клейма. При проверке на функционирование ставится подпись поверителя и дата проверки.

1.3.5. Стрелочные измерительные приборы должны выбираться в соответствии с рабочим диапазоном частот с такими пределами измерений, чтобы измеряемые величины находились в пределах последней третьей части шкалы.

1.3.6. Класс точности и предел измерения электроизмерительных приборов и погрешность измерения радиоизмерительных приборов, если нет указаний в настоящем Руководстве, ИЭ или частном руководстве по ремонту, выбирать, руководствуясь следующими требованиями:

— погрешность измерительного прибора должна быть в 3—5 раз меньше, чем допускаемое отклонение измеряемого параметра;

— если контролируется параметр, для которого не установлено допустимое отклонение, то электроизмерительный прибор может иметь класс точности 4,0, а радиоизмерительный прибор — погрешность измерения не более 10%;

— верхний предел шкалы измерительного прибора не должен превышать 125% от верхнего значения измеряемой величины.

Например, необходимо выбрать вольтметр для проверки напряжения 220^{+20}_{-15} *в*. Допустимое отклонение от номинальной величины составляет $(20:220)\cdot 100\% = 9{,}1\%$. Следовательно, погрешность вольтметра должна быть не более 3,33%.

При выборе контрольных измерительных приборов для проверки измерительных приборов, встроенных в ремонтируемое изделие,

руководствоваться соответствующими инструкциями на проверку встроенного прибора.

1.3.7. Диаграммы применяемости приборов по диапазону приведены в приложении 2. Ввиду того что в настоящее время находит применение новое наименование приборов, в приложении 1 приведена классификация радиоизмерительных приборов.

1.4. СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВКИ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПРОВЕРКЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

1.4.1. Для регулирования переменного напряжения широко применяются автотрансформаторы. Однако большинство их позволяет увеличить напряжение 220 *в* только на 30 *в* (около 14%). Если напряжение понизилось более чем на 20%, то они не обеспечивают восстановление номинального напряжения. Кроме того, серийно выпускаемые регуляторы напряжения велики по габариту и весу, у них большой ток холостого хода.

Когда при обычном включении регуляторов невозможно получить номинальное напряжение питания, регуляторы напряжения включают иными способами.

1.4.2. Обратное включение (рис. 1) применяется в том случае, когда регулятор работает в режиме, далеком от насыщения сердечника. При этом необходимо предохранить регулятор от возможного воздействия тока большой силы, установить для его токосъемника ограничитель. Для этого ручку регулятора поворачивают так, чтобы к источнику питания через амперметр переменного тока было подключено максимальное число витков. Затем поворачивают ручку до тех пор, пока ток, потребляемый от сети, не будет равен номинальному току регулятора для одночасового режима работы. После этого устанавливают ограничитель.

Экспериментально установлено, что регулятор напряжения РНО-250-0,5 при такой схеме включения повышает напряжение примерно до 500 *в*, а регулятор напряжения РНО-250-2 — до 350 *в*.

1.4.3. Два регулятора напряжения (например, РНО-250-0,5 и РНО-250-2, рис. 2) позволяют увеличить выходное напряжение до 450 *в*. При обратном включении регуляторов РНО-250-0,5 (рис. 3) можно получить напряжение на выходе схемы до 1000 *в*, а используя регуляторы РНО-250-2,— до 700 *в*. В этом случае для ползунков регуляторов необходимо установить ограничители.

1.4.4. Наиболее простой способ регулирования напряжения — с помощью вольтдобавочных трансформаторов (рис. 4). Последовательно с потребителем включают обмотку II трансформатора Тр1, напряжение на которой может складываться (при согласном включении) с напряжением источника питания или вычитаться из него (при встречном включении). Выходное напряжение $U_{вых}$ определяется алгебраической суммой входного напряжения $U_{вх}$ и снимаемого со вторичной обмотки: $U_{вых}=U_{вх}\pm\Delta U$.

Достоинство этого способа в том, что трансформатор Тр1 рассчитывается на небольшую мощность, имеет малые габариты и

вес, т. е. он рассчитывается только на вольтдобавочную мощность $P_{тр}$.

Мощность $P_{тр}$ связана с проходящей мощностью (мощностью потребителя $P_{п}$) следующим соотношением:

$$P_{тр} \geqslant \frac{U_{рег} P_{п}}{100},$$

где $U_{рег}$ — процентное изменение напряжения сети от номинального значения напряжения питания.

Таким образом, если, например, требуется увеличить напряжение сети на 10%, то мощность вольтдобавочного трансформатора будет рассчитываться на мощность, в 10 раз меньшую потребляемой мощности, соответствующим устройством.

Вольтдобавочный трансформатор рассчитывают по известным формулам, предварительно определив по формуле его мощность. Вольтдобавочные трансформаторы целесообразно применять в том случае, когда необходимо регулировать напряжение в пределах не более ±35—40%. Они успешно работают при изменении тока нагрузки. Как показал опыт, их целесообразно применять при мощностях потребителей от десятков ватт до десятков киловатт. Кроме того, в войсковых условиях вольтдобавочные трансформаторы лучше всего использовать для защиты осветительных ламп от перегорания на объектах, подлежащих охране в ночное время, для обеспечения безаварийной работы электродвигателей как при повышенном, так и при пониженном напряжении, для питания радиотехнических устройств, особенно если длина линии электропередачи велика.

Для этой цели рекомендуется использовать регуляторы напряжения типов РНО-250-0,5 и РНО-250-2, внеся некоторые изменения в них, для чего на конец тороида домотать четыре обмотки по шесть витков провода диаметром 3,2 *мм*. Концы их вывести на клеммную плату, где и соединить последовательно или параллельно. На участок тороида, где доматывают обмотки, наложить два слоя изоляционной ленты. Переделанный таким образом регулятор напряжения РНО-250-2 позволяет регулировать напряжение у потребителей большой мощности в пределах, указанных в табл. 1. Его можно использовать и как источник накальных напряжений 6,3; 12,6; 26 *в*.

Таблица 1

Пределы регулирования напряжения, *в*	Наибольшая потребляемая мощность (*ва*) для источников с напряжением	
	127 *в*	220 *в*
±6	15000	28000
±12	7000	14000
±24	3500	7000

Вольтдобавочные трансформаторы рекомендуется устанавливать у входа в мастерскую. С помощью отводов на его вторичной обмотке можно регулировать напряжение в зависимости от времени года или суток.

1.4.5. При питании трехфазных потребителей не допускается асимметрия напряжения. В разрыв фазы, где величина напряжения отличается от величины напряжения двух других фаз, включают вольтдобавочный трансформатор. Однако он не обеспечивает плавной регулировки напряжения. Этот недостаток устраняется в комбинированных схемах, где изменяют напряжение на первичной обмотке трансформатора с помощью регулятора напряжения (рис. 5).

1.4.6. Перечисленные способы регулировки напряжения в широких пределах в ряде случаев требуют непрерывного контроля, поскольку из-за резкого увеличения напряжения (особенно при сбросе нагрузки у других потребителей) аппаратура может выйти из строя. Для эксплуатации радиотехнических средств (там, где непрерывно изменяется питающее напряжение) применяют электромагнитные (феррорезонансные) стабилизаторы напряжения или стабилизаторы напряжения с дросселями насыщения. Феррорезонансные стабилизаторы обеспечивают высокую стабильность выходного напряжения, безынерционность действия, сохранение параметров в течение всего срока службы.

Стабилизаторы напряжения с дросселями насыщения могут иметь выходное напряжение как постоянного, так и переменного тока, обладают большой инерционностью, которая увеличивается в мощных стабилизаторах.

Способы регулировки и стабилизации напряжения питания в каждом конкретном случае выбираются в зависимости от условий эксплуатации аппаратуры.

1.4.7. Для регулировки напряжения у трехфазных потребителей при отсутствии трехфазных регуляторов напряжения рекомендуется применять однофазные регуляторы напряжения, соединяя их по схеме (рис. 6).

1.5. ПОНЯТИЕ О ПОГРЕШНОСТЯХ ИЗМЕРЕНИЙ. УЧЕТ ПОПРАВОК, ВНОСИМЫХ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ

1.5.1. При проверке параметров блоков радиотехнических устройств неизбежны некоторые расхождения (погрешности) между измеренным и действительным значением измеряемой величины.

Погрешность измерений подразделяется на случайные ошибки (в отсчете показаний по шкале прибора, в записи наблюдений и т. д.), которые не могут быть предусмотрены заранее и учтены при вычислении конечного результата измерения, и систематические (несовершенство измерительных приборов, методов измерений), которые могут быть изучены, учтены и их влияние на резуль-

тат измерения может быть уменьшено введением соответствующих поправок.

1.5.2. Абсолютной погрешностью прибора $\Delta A_{абс}$ называется разность между показанием прибора $A_{из}$ и действительным значением измеряемой величины $A_д$, т. е.

$$\Delta A = A_{из} - A_д .$$

Абсолютная погрешность выражается в тех же единицах, что и измеряемая величина.

Абсолютная погрешность, взятая с обратным знаком, носит название поправки.

1.5.3. В технических условиях и ГОСТ нормируется обычно приведенная погрешность $\gamma_{прив}$, которая равняется выраженному в процентах отношению наибольшей абсолютной погрешности $\Delta A_{абс}$ к верхнему пределу измерений прибора $A_{пред}$, т. е.

$$\gamma_{прив} = \frac{\Delta A_{абс}}{A_{пред}} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

откуда наибольшая абсолютная погрешность, которую может иметь прибор в любой части шкалы, равна

$$\Delta A_{абс} = \frac{\gamma_{прив} \cdot A_{пред}}{100} . \qquad (2)$$

1.5.4. По ГОСТ 1845—59 установлено восемь классов точности электроизмерительных приборов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Цифра, обозначающая класс точности прибора, указывает и его абсолютную допустимую приведенную погрешность $\gamma_{прив}$.

Точность измерения характеризуется относительной погрешностью $\gamma_{относ}$, представляющей выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности прибора $\Delta A_{абс}$ к действительному значению измеряемой величины $A_д$:

$$\gamma_{относ} = \frac{\Delta A_{абс}}{A_д} \cdot 100\% = \frac{A_{из} - A_д}{A_д} \cdot 100\%.$$

Ввиду того что $A_д$ обычно неизвестно, однако примерно равно $A_{из}$, т. е. $A_д \approx A_{из}$, то

$$\gamma_{относ} = \frac{\Delta A_{абс}}{A_{из}} \cdot 100\%.$$

Подставив в эту формулу значение абсолютной погрешности $\Delta A_{абс}$ из формулы (2), получим

$$\gamma_{относ} = \frac{\gamma_{прив} \cdot A_{пред}}{A_{из}} \%.$$

Допустим, необходимо определить погрешность при измерении величины напряжения вольтметром с номинальным напряжением $A_{пред} = 250$ *в* класса точности 1,0, если его показания $A_{из} = 200$ *в*.

Поскольку приборы класса точности 1,0 имеют абсолютную допустимую приведенную погрешность $\gamma_{прив} = 1$, то наибольшая

возможная относительная погрешность при измерении напряжения будет

$$\gamma_{\text{относ}} = \frac{\gamma_{\text{прив}} \cdot A_{\text{пред}}}{A_{\text{из}}} = \frac{1 \cdot 250}{200} = \pm 1{,}25\%.$$

Это означает, что измеренное значение напряжения 200 *в* может отличаться от действительного не более чем на ±1,25%, т. е. ±3,5 *в*.

1.6. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ

Общие сведения

1.6.1. Напряжения в цепях постоянного и переменного тока, как правило, измеряют вольтметрами.

При выборе вольтметра необходимо учитывать, что ошибки измерения, обусловленные погрешностью измерительного прибора, не должны превышать погрешностей, указанных в методиках проверки конкретных параметров настоящего Руководства, ИЭ и частных руководствах по ремонту.

1.6.2. Погрешность измерения, вносимая шунтирующим действием прибора (методическая ошибка, обусловленная тем, что в силу влияния шунтирующего действия прибора он дает заниженные показания), не должна превышать допустимого значения. Слово «методическая» показывает, что появление таких ошибок зависит от методов измерения при выбранном типе прибора. При несоответствии выбранного типа прибора методу измерения показания прибора будут соответствовать измененному режиму работы схемы, а не тому, в котором она работала до подключения прибора.

Поэтому при выборе прибора всегда надо стремиться к тому, чтобы шунтирующее действие его не вызывало погрешности измерения.

1.6.3. В практике измерений допустимо отступление от этого общего правила, если для конкретной схемы имеется таблица или карта напряжений, при составлении которой использовался прибор, шунтирующий схему. В этом случае напряжение необходимо измерять прибором указанного типа и на тех пределах измерения, для которых составлена таблица. Если пользоваться прибором с более высоким входным сопротивлением, который практически не шунтирует схему, то можно получить более точные результаты измерений, но часто не совпадающие с указанными в таблице.

Определение поправок при измерении напряжений

1.6.4. В практике измерений могут быть случаи, когда нет высокоомного вольтметра, которым рекомендуется измерять напряжение. В этих случаях можно измерять напряжение имеющимся

вольтметром и затем, определив поправку, прибавить ее к показаниям вольтметра, чтобы получить истинное значение измеряемого напряжения.

Для определения поправки необходимо знать входное сопротивление вольтметра на данном пределе измерения.

Поправка определяется следующим образом:

— измерить напряжение вольтметром, подключив его к измеряемой цепи, и записать значение $U_{изм}$;

— зашунтировать вольтметр сопротивлением $r_ш$, равным входному сопротивлению вольтметра, и, снова подключив его к измеряемой цепи, измерить контрольное напряжение $U_к$;

— если разница напряжений $U_{изм}$ и $U_к$ не превышает 6% от $U_{изм}$, то поправку измерения определить по формуле

$$\Delta U \approx U_{изм} - U_к.$$

Приведенная формула дает несколько заниженные результаты, но достаточные для практических измерений. При наличии в приборе двукратных шкал можно вместо шунтирования прибора внешним сопротивлением повторить измерение на пределе в 2 раза меньшем. Для определения поправки в этом случае необходимо из показаний прибора на большем пределе измерения вычесть показания на меньшем пределе измерения. Для более точного измерения напряжения и в случае, если разница напряжений составляет больше 6% от $U_{изм}$, поправку измерения определять по формуле

$$\Delta U = \frac{U_{изм} - U_к}{1 - 2\frac{U_{изм} - U_к}{U_{изм}}}.$$

Если $U_к$ в 2 раза меньше $U_{изм}$, то приведенная методика для определения поправки непригодна.

1.6.5. При измерении напряжения в анодных цепях и в цепях экранных сеток электронных ламп, когда величины входного сопротивления прибора и сопротивления нагрузки известны, для случая $R_{iп} \gg R_а$ величину поправки можно определить из графика рис. 7, где $R_{вх}$ — входное сопротивление прибора; $R_а$ — сопротивление анодной нагрузки или нагрузки в цепи экранной сетки; $R_{iп}$ — сопротивление лампы для постоянного тока, определяемое как отношение величин $\frac{U_а}{I_а}\left(\frac{U_g}{I_g}\right)$, взятых из таблицы типового режима; ΔU — величина напряжения поправки; U' — измеренное напряжение.

Если в измеряемой цепи имеются нелинейные элементы (например, полупроводниковые приборы), то приведенные формулы допускают дополнительные погрешности.

Истинное значение напряжения определяется по формуле

$$U_{ист} = U_{изм} + \Delta U.$$

Для измерения напряжения в цепях питания (кроме высоковольтных цепей) можно использовать вольтметры, если входное сопротивление их на измеряемом пределе в 30—50 раз больше выходного сопротивления источников питания.

Измерение напряжений на электродах ламп и на выводах транзисторов

1.6.6. При ремонте в большинстве случаев уже заранее известно, что каскад, напряжение которого измеряют, неисправен. Измерив напряжение на электродах ламп проверяемого каскада, можно установить неисправную цепь, а в ряде случаев и характер неисправности.

Напряжение на электродах ламп необходимо измерять при номинальном напряжении питания блока или станции в целом.

1.6.7. Рекомендуемая последовательность измерения напряжения на электродах ламп:

— в цепи накала;

— между анодом и корпусом;

— между анодом и катодом (для ламп с подогревным катодом);

— между экранирующей сеткой и корпусом;

— между катодом и корпусом или управляющей сеткой и катодом (в зависимости от схемы) с целью проверки сеточного смещения;

— между остальными электродами и корпусом.

Соблюдение такой последовательности позволит более правильно оценить результаты измерений. При другой последовательности измерений можно допустить ошибку в определении причины неисправности, так как несоответствие напряжения на данном электроде лампы может быть вызвано отсутствием или несоответствием напряжения на других электродах лампы.

Отыскивать неисправность каскада рекомендуется после проверки на соответствие напряжения на всех электродах лампы, причем лампа должна быть заведомо исправной.

1.6.8. Если в таблице напряжений для данного блока не указан тип или входное сопротивление прибора, которым необходимо выполнять измерения, то при измерении напряжений нужно руководствоваться следующим:

— напряжение на управляющей сетке относительно шасси измерять ламповым вольтметром с низким пределом измерения;

— напряжение на экранирующей сетке и на аноде можно измерять прибором с током полного отклонения стрелки, равным 50—150 *мка*; предел измерения при этом выбирается в 2—4 раза больший, чем измеряемое напряжение; это условие не распространяется на усилители, работающие в режиме микротоков, в таких усилителях напряжение на экранирующих сетках измерять ламповым вольтметром;

— напряжение на сопротивлении в цепи катода можно изме-

рять прибором с током полного отклонения стрелки не более 200 *мка*.

Во всех остальных случаях необходимо выбирать такой прибор, у которого входное сопротивление не менее чем в 30 раз превышает сопротивление измеряемой цепи.

1.6.9. При измерении напряжений вольтметр подключать таким образом, чтобы он показывал истинную величину измеряемого напряжения и по возможности меньше влиял на режим работы измеряемого каскада.

На рис. 8 приведены примеры правильного и неправильного подключения вольтметра при измерении напряжения смещения.

На рис. 8, *а* показан пример правильного подключения вольтметра для измерения напряжения смещения. Вольтметр показывает действительное значение напряжения смещения; поскольку входное сопротивление прибора в десятки раз больше сопротивления резистора $R_к$, то шунтирующим действием прибора можно пренебречь.

На рис. 8, *б* показан пример неправильного подключения вольтметра при измерении сеточного смещения. В этом случае вольтметр ничего не покажет, поскольку измеряемая цепь ($R_к$, $C_к$) отделена от вольтметра участком сетка-катод лампы данного каскада.

На рис. 8, *в* приведен второй пример неправильного подключения магнитоэлектрического вольтметра для измерения сеточного смещения. Ввиду того что сопротивление резистора R_g может быть в несколько раз больше входного сопротивления вольтметра, то почти все напряжение цепи будет падать на резисторе R_g, следовательно, результаты показания вольтметра в этом случае будут совершенно неверными.

На рис. 9 приведены примеры измерения сеточного смещения ламповым вольтметром.

На рис. 9, *а* ламповый вольтметр измеряет все напряжение смещения, подведенное к участку сетка-катод лампы.

На рис. 9, *б* приведен пример неправильного подключения лампового вольтметра для измерения напряжения смещения. В этом случае ламповый вольтметр ничего не покажет, поскольку смещение на сетку подается с резистора $R_к$, удаленного от лампового вольтметра участком сетка-катод.

На рис. 9, *в* приведен пример правильного подключения лампового вольтметра для измерения напряжения смещения, обусловленного токами управляющей сетки.

1.6.10. При измерении напряжений на выводах маломощных транзисторов соблюдать следующие условия:

— в цепях эмиттера в схеме с заземленным коллектором и в цепях коллектора в схеме с заземленным эмиттером напряжение измерять вольтметром, имеющим в 30—50 раз большее входное сопротивление, чем сопротивление нагрузки;

— в цепи базы напряжения измерять ламповым вольтметром или вольтметром, имеющим в 100—200 раз большее входное со-

противление, чем сопротивление резистора, установленного в цепи база-шасси, а при отсутствии этого резистора больше сопротивления резистора, соединяющего базу с цепью смещения (минус источника питания).

Измерение напряжений высокой частоты

1.6.11. При измерении напряжений переменного тока высокой частоты можно пользоваться приборами, которые удовлетворяют следующим основным требованиям:

— частота напряжения должна быть в пределах частотного диапазона прибора;

— входное сопротивление прибора и собственная емкость на измеряемой частоте не должны вызывать рассогласования каскадов, в которых измеряется напряжение. В качестве примера на рис. 10 и рис. 11 приведены графики зависимости входного сопротивления некоторых приборов от частоты, которые наглядно показывают его изменение.

Необходимо помнить, что высокочастотные ламповые вольтметры имеют обычно 2 сменные измерительные головки, одна — для измерения низких частот, другая — для измерения высоких частот. В связи с этим необходимо перед измерением устанавливать соответствующую измерительную головку.

1.6.12. На частотах около $3 \cdot 10^7$ *гц* и выше начинает сказываться индуктивность вводов прибора. Кроме того, индуктивности и емкости в приборе могут создавать резонансные системы, которые приводят к перераспределению напряжений и токов и делают измерение невозможным. Поэтому категорически запрещено удлинять (напаивать) выводы высокочастотных измерительных головок. Это является одной из причин того, что при частотах выше 10^9—10^{10} *гц* измерение напряжения заменяется измерением мощности. К числу систем, пригодных для работы при высокой частоте, относятся: термоэлектрическая; тепловая; электронная; выпрямительная; электростатическая.

1.6.13. При измерении напряжения высокой частоты с помощью вольтметров электростатической системы необходимо использовать соединительные провода такой длины, которая не влияет на показание прибора и на режим работы схемы. Указание о подключении вольтметров электростатической системы приведено в технической документации, приложенной к прибору.

1.6.14. При измерении напряжения переменного тока необходимо убедиться, в каких значениях проградуирована шкала вольтметра и какие значения приведены в документации на аппаратуру, напряжение в которой измеряется.

Переменное напряжение может выражаться в эффективных, амплитудных (пиковых) и в средних значениях величин. Амплитудное (пиковое) значение U_m — наибольшее по абсолютной величине из мгновенных значений за период или полупериод, если форма напряжения несимметрична относительно нулевого значения; U —

среднеквадратичная величина за период; $U_{ср}$ — среднее арифметическое значение мгновенных значений за полупериод.

Между этими напряжениями для синусоидальных колебаний существует следующая зависимость:

$$U_m = 1{,}41U;$$
$$U_{ср} = 0{,}9U.$$

Вольтметры переменного тока всегда градуируются на синусоидальном напряжении.

Детекторные вольтметры, как правило, дают показания, соответствующие среднему значению синусоидального напряжения, а ламповые вольтметры отградуированы обычно в эффективных значениях.

1.6.15. Переменное напряжение в цепях, где имеется постоянное напряжение (например, в анодных цепях радиоламп), измерять только через разделительные конденсаторы или применять ламповые вольтметры с закрытым входом.

Измерение напряжений низкой частоты

1.6.16. В низковольтных цепях переменного тока измерение небольших и средних напряжений (10^{-2} — $5 \cdot 10^2$ *в*) производится приборами непосредственной оценки различных систем.

Выбор системы определяется предельным значением измеряемой величины, точностью, условиями измерений и свойствами системы.

1.6.17. Для низкой и средней точностей измерений рекомендуется применять приборы электромагнитной системы с классом точности 1,5—2,5 или 0,2—0,5 соответственно. Большая точность обеспечивается приборами электродинамической системы классов 0,1; 0,2. Если при измерении напряжений шунтирующее влияние измерительных цепей должно быть мало, то применяются электростатические вольтметры и вольтметры детекторной системы.

Измерение напряжений накала электровакуумных приборов

1.6.18. Напряжение накала ЭВП измерять непосредственно на выводах ламповых панелей вольтметром переменного тока класса точности не хуже 1,5. При измерении напряжения накала кенотронов, газотронов, тиратронов, электроннолучевых трубок и ряда других электровакуумных приборов, где согласно схеме катод по отношению к корпусу находится под высоким напряжением, подключаемый вольтметр необходимо изолировать от корпуса и строго соблюдать правила техники безопасности при работе с высоким напряжением.

1.6.19. Допустимое отклонение напряжения накала от номинальной величины указывается для конкретных типов ламп в таблицах напряжений. Если это отклонение не указано, то его, как правило, принимают равным ±5%.

1.7. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ

Измерение токов высокой частоты

1.7.1. Измерение токов высокой частоты представляет значительные трудности, как и измерение напряжения.

Поэтому требования, предъявляемые к приборам для измерения токов высокой частоты, и типы их систем аналогичны требованиям, предъявляемым к приборам для измерения напряжений.

1.7.2. При измерениях в цепях высокой частоты следует стремиться к тому, чтобы прибор находился под потенциалом, близким к потенциалу земли, в противном случае неизбежны погрешности измерений из-за влияния токов утечки.

На рис. 12 дана неправильная схема включения термоэлектрического амперметра в цепь. При напряжении источника питания 100 *в*, частоте 10^8 *гц* и входных емкостях 1 *пф* ток, идущий через каждую из емкостей, будет равен примерно 60 *ма*. Следовательно, ток амперметра будет на 60 *ма* меньше тока источника питания и на такую же величину больше тока в нагрузке.

Если включить тот же амперметр между точками 1′ и 2′, то вследствие ничтожной разности потенциалов между точками включения и землей токи через входные емкости проходить не будут.

Если нельзя включить прибор в участок с низким потенциалом относительно земли, то для уменьшения погрешности можно прибор поместить в металлический экран. При соединении экрана с одним из зажимов прибора разность потенциалов между прибором и экраном будет равна нулю. Поэтому при соединении по схеме рис. 13 в приборе и нагрузке будет протекать один и тот же ток, а при соединении по схеме рис. 14 одинаковый ток будет протекать в приборе и в источнике питания.

1.7.3. Величину тока в импульсе рекомендуется определять измерением падения напряжения на известном сопротивлении, так как измерить импульс напряжения легче, чем импульс тока.

Измерение токов в цепях питания и токов звуковых частот с использованием комбинированных приборов

1.7.4. Измерение токов низкой частоты проводится при контроле накала электровакуумных приборов, при определении по методу амперметра-вольтметра мощности, потребляемой от сети переменного тока, и выходной мощности усилителей низкой частоты, при измерении токов холостого хода в цепях питания и в других случаях.

Токи низкой частоты можно измерять амперметрами (микроамперметрами) или комбинированными электроизмерительными приборами.

1.7.5. Прибор для измерения переменного тока выбирать по диапазону измеряемых частот. Использование прибора в диапазоне

частот, отличном от его рабочего диапазона, вызывает погрешности измерения.

1.7.6. Измерение токов, потребляемых от сети, рекомендуется выполнять с помощью электроизмерительных клещей, поскольку на измерение затрачивается мало времени.

1.7.7. Для измерения больших токов обычно используют трансформаторы тока, которые предназначены для преобразования больших переменных токов в токи относительно малые, не превышающие обычно 5 *а*.

В цепях высокого напряжения с помощью трансформаторов тока измерительные приборы изолируются от проводов высокого напряжения. Таким образом, с одной стороны, достигается возможность использования низковольтных измерительных приборов, с другой — обеспечивается безопасность обслуживания измерительной установки.

Необходимо следить (исходя из принципа работы трансформатора тока), чтобы вторичная цепь **работающего** трансформатора была **всегда** замкнута на токовые обмотки измерительных приборов или накоротко.

1.8. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕПЕЙ БЛОКОВ

Измерение сопротивления цепей блока

1.8.1. В современной практике измеряют сопротивления от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{14}$ *ом*. Сопротивление может быть измерено различными методами и средствами. По величине электрические сопротивления условно разделяют на малые (до 1 *ом*), средние (от 1 до $1 \cdot 10^5$ *ом*) и большие ($1 \cdot 10^5$ *ом* и выше).

1.8.2. При измерении малых сопротивлений заметная погрешность может быть за счет соединительных проводов и контактов, сопротивление которых соизмеримо с измеряемым.

Если имеющиеся в наличии омметры не обеспечивают измерение малых сопротивлений, то их можно измерять методом амперметра-вольтметра. Метод амперметра-вольтметра обеспечивает точность результатов измерений, ограниченную классом точности применяемых приборов. Величина измеряемого сопротивления определяется по закону Ома.

1.8.3. При измерении больших сопротивлений заметную погрешность могут внести токи утечки, соизмеримые с током в измеряемом сопротивлении. Это обстоятельство нужно учитывать при выборе методов и средств измерений.

1.8.4. Сопротивление цепей, содержащих нелинейные (полупроводниковые) приборы, измерять, строго соблюдая полярность и предел измерения рекомендуемого прибора, поскольку при составлении таблиц сопротивлений, как правило, выбирают полярность, соответствующую направлению тока запирания полупроводнико-

вого элемента. Если полярность омметра не указана, то измерение выполнять при двух полярностях прибора и выбирать истинный результат.

Следует помнить, что в универсальных электроизмерительных приборах (ампервольтомметрах) плюс омметра при измерении сопротивлений выведен на клемму минус прибора.

1.8.5. Сопротивление цепей блоков, приборов и узлов измерять при соответствующих (указанных в таблицах сопротивлений) положениях переключателей и установке ручек переменных резисторов, от которых зависит результат измерения, в соответствующее положение.

1.8.6. Для блоков и приборов, которые при выдвижении из шкафа сохраняют электрическую связь с остальными блоками шкафа (имеют удлиненный кабель), сопротивление цепей измерять при отключении блока, если соединительный кабель имеет разъем.

Измерение сопротивления изоляции

1.8.7. Сопротивление изоляции токоведущих цепей проверять мегомметрами с рабочим напряжением, указанным для каждого конкретного случая, поскольку величина сопротивления изоляции нередко зависит от величины приложенного напряжения, вызывающего поляризацию диэлектрика.

1.8.8. Перед измерением сопротивления изоляции необходимо отпаять все резисторы, соединяющие измеряемую цепь с корпусом, и все конденсаторы, рабочее напряжение которых меньше рабочего напряжения мегомметра.

Величина сопротивления изоляции указывается в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

1.8.9. При измерении сопротивления изоляции в схемах с полупроводниковыми приборами последние необходимо отпаять от проверяемой цепи.

1.9. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ ОСЦИЛЛОГРАФА

Общие сведения

1.9.1. Существует много приборов и методов для измерения параметров импульсных напряжений, но наиболее широкое применение для измерения параметров импульсов находит электронный осциллограф, позволяющий визуально наблюдать осциллограммы импульсных напряжений.

В настоящем подразделе приводятся методы измерения параметров импульсов и даны рекомендации по их применению. В практике измерений для выбора метода необходимо прежде всего обращать внимание на требуемую точность измерения, после чего выбирается метод исходя из наличия соответствующих приборов.

В ряде случаев по тексту приводятся схемы несложных приспособлений, которые рекомендуется изготовить (в случае необходимости) силами войсковых мастерских.

1.9.2. При измерении параметров импульсов различной формы руководствоваться рис. 15, если нет особых указаний в таблицах осциллограмм.

Измерение длительности импульсов

Общие сведения

1.9.3. В зависимости от типа применяемого осциллографа и конкретных условий длительность импульсов можно измерить различными методами.

Когда нет особых указаний, то длительность импульсов прямоугольной формы отсчитывать по вершине импульса. Длительность импульсов другой формы измерять на уровне, как указано на рис. 15.

Если импульс имеет неопределенную форму, то необходимо построить апроксимирующий импульс, как показано на рис. 16, после чего измерить его параметры.

Длительность импульса, как правило, отсчитывается на уровне половины амплитуды реального импульса. По апроксимирующему импульсу определяют длительность фронтов (переднего AB и заднего CD) или их относительные длительности $\left(\frac{AB}{\tau}\right.$ и $\left.\frac{CD}{\tau}\right)$ и спад вершины.

Измерение длительности импульсов по калибрационным меткам

1.9.4. Метод измерения длительности по калибрационным меткам находит самое широкое распространение, но возможен только при использовании осциллографов, имеющих калибратор длительности. Пределы измерения длительности импульсов одна из основных характеристик осциллографа; она указывается в документации осциллографа с учетом частоты следования импульсов.

Минимальная длительность импульсов, которые можно наблюдать на экране осциллографа, зависит от длительности развертки.

В целях повышения точности измерения необходимо развертку осциллографа подбирать такой, чтобы импульс по длительности занимал не менее 0,1 длительности развертки осциллографа. В этом случае количество калибрационных меток, укладывающихся на импульсе, будет больше и точность измерения длительности повышается.

При измерении длительности импульсов, при использовании ждущей развертки осциллографа, если длительность исследуемого импульса соизмерима с временем срабатывания ждущей развертк-

ки, необходимо применять линию задержки, через которую импульс надо подать на вход усилителя вертикального отклонения луча.

Измерение длительности импульсов с помощью звукового генератора

1.9.5. Метод измерения длительности импульсов с помощью звукового генератора применяется в том случае, если осциллограф не имеет калибратора длительности импульсов или же длительность импульсов настолько велика, что измерить ее по имеющимся в осциллографе калибрационным меткам не представляется возможным. В этом случае длительность импульсов можно измерить с помощью осциллографа и звукового генератора.

Этот метод пригоден для прямоугольных импульсов, имеющих большую длительность, если их длительность больше длительности периода одной из частот звукового генератора.

1.9.6. Длительность импульсов указанным методом измерять в следующем порядке:

— собрать схему рис. 17; в этой схеме звуковой генератор необходимо подключить к осциллографу через резистор R2 (50—100 *ком*), благодаря чему исключается шунтирование измеряемых цепей низким выходным сопротивлением генератора; резистор R1 устанавливается только в том случае, если проверяемая цепь низкоомная; величина этого резистора обычно выбирается в пределах от 1 до 10 *ком*; при измерении по этому способу на экране будет наблюдаться осциллограмма, приведенная на рис. 18;

— установить осциллограф для работы в режиме внешней синхронизации от измеряемых импульсов, а амплитуду сигналов звукового генератора установить минимальной, но достаточной для определения количества периодов, укладывающихся на вершине импульса;

— определить длительность измеряемых импульсов по формуле

$$\tau = n \frac{1}{f},$$

где τ — длительность измеряемых импульсов, *сек*;

n — число периодов синусоидального напряжения, укладывающихся на вершине импульса;

f — частота звукового генератора, *гц*.

Точность измерения длительности импульса определяется точностью установки частоты с помощью звукового генератора и точностью отсчета количества периодов колебаний звукового генератора, укладывающихся на вершине импульса.

Пределы измерения длительности импульсов по этому методу будут определяться для минимальной длительности импульсов максимальной частотой звукового генератора при условии, что на

вершине импульса будет укладываться 2—3 периода, а для максимальной длительности — низшей частотой развертки осциллографа.

Измерение длительности импульсов с помощью генератора импульсов

1.9.7. Длительность импульсов с помощью генератора импульсов определять в следующем порядке:

— получить устойчивое изображение исследуемого импульса на экране осциллографа и заметить его амплитуду;

— отметить на экране осциллографа начало и конец импульса на уровне, при котором необходимо измерить длительность импульса;

— отключить измеряемую цепь и подключить осциллограф к генератору импульсов;

— установить осциллограф в режим внешней синхронизации и подать на вход синхронизации осциллографа прямой, а на вход усилителя вертикального отклонения луча задержанный импульс;

— установить на генераторе импульсов наименьшую, но различную на экране осциллографа длительность импульсов;

— изменяя задержку импульсов на генераторе импульсов, добиться, чтобы с началом отметки на осциллографе совместился один из импульсов генератора импульсов;

— подсчитать число импульсов, укладывающихся в пределах границы отметок и определить длительность импульсов по формуле

$$\tau = n\frac{1}{f},$$

где f — частота повторения импульсов, *гц* (частоту повторения импульсов целесообразно выбирать такой, чтобы в начале и в конце отметки был импульс от генератора импульсов);

n — количество промежутков между импульсами, укладывающихся в пределах указанной отметки измеряемого импульса;

τ — длительность измеряемого импульса, *сек.*

Указанный метод измерения длительности импульсов имеет погрешностей больше, чем предыдущие два способа. В основном погрешность определяется погрешностью установки частоты повторения импульсов на генераторе импульсов.

Измерение частоты повторения импульсов

Общие сведения

1.9.8. В практике измерений часто приходится встречаться с измерением частоты повторений импульсов различных радиотехнических устройств.

Ниже приводится ряд методов измерения частоты повторений импульсов. Выбор соответствующего метода определяется конкретными условиями:

— наличие приборов и приспособлений, необходимых для измерения;

— точностью измерения;

— параметрами импульсов, частоту следования которых надо измерять.

Измерение частоты повторения импульсов с помощью осциллографа, имеющего калибратор длительности развертки

1.9.9. Если осциллограф позволяет наблюдать на экране одновременно не менее двух импульсов, то частоту повторения импульсов можно определить путем измерения периода повторения импульсов ($T_и$), как показано на рис. 19, а затем определить частоту повторения импульсов (f) по формуле

$$f = \frac{1}{T_и},$$

где f — частота повторения импульсов, *гц*;

$T_и$ — длительность периода повторения импульсов, *сек*.

Период повторения импульсов, как правило, определяют по калибрационным меткам или по калиброванным во времени шкалам осциллографа. Погрешность измерения частоты повторения импульсов по приведенному способу определяется погрешностью измерения периода повторения. Пределы измерения частоты повторения этим методом определяются техническими данными осциллографа.

Измерение частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки

1.9.10. Измерение частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки возможно при наличии генератора синусоидальных напряжений. Схема для измерения частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки приведена на рис. 20.

Метод синусоидальной развертки можно применять в том случае, если длительность исследуемого импульса составляет не менее 1/100 длительности полупериода непрерывной развертки осциллографа от звукового генератора. Если исследуемые импульсы короче указанных, то они не будут просматриваться на экране электроннолучевой трубки.

Сущность метода состоит в том, что осциллограф устанавливают для работы в режиме внешней развертки от звукового генератора, частоту которого можно отсчитать или измерить.

Частоту повторения импульсов по данному методу измерять в следующем порядке:

— включить звуковой генератор;

— на вход *Y* осциллографа подать измеряемые импульсы;

— изменять частоту звукового генератора от минимального значения до получения на экране осциллографа одиночного импульса, что соответствует равенству частот звукового генератора и частоты следования импульсов:

$$f_{зв} = f_{и}.$$

Погрешность измерения частоты повторения по данному методу определяется погрешностью установки и определения частоты звукового генератора. При измерении частоты повторения импульсов методом синусоидальной развертки возможна *n*-кратная ошибка, если частота синусоидального напряжения в целое число раз больше частоты следования импульсов.

Измерение частоты повторения импульсов с использованием круговой развертки от внешнего генератора

Этот метод применим при наличии любого осциллографа и позволяет определить частоту следования импульсов с точностью установки частоты звукового генератора.

По сравнению с описанными методами этот метод наиболее удобный. Ниже приводятся три схемы, наиболее приемлемых для измерения.

Схема, обеспечивающая круговую развертку с использованием резисторов и конденсаторов, показана на рис. 21.

1.9.11. Частоту повторения определять по схеме рис. 21 в следующем порядке:

— выключить внутреннюю развертку осциллографа;

— подать исследуемые импульсы на вход вертикального отклонения осциллографа;

— с помощью резисторов R1, R3 и конденсатора C1 добиться, чтобы на экране осциллографа получилась круговая развертка;

— изменяя частоту звукового генератора, добиться, чтобы импульсы наблюдались в разрыве фигуры, как показано на рис. 22, *а* и *б* (*а* — изображение было неподвижным).

Если частота повторения импульсов точно равна частоте звукового генератора, то на развертке будет виден только один неподвижный импульс, рис. 22, *а*.

При наличии в разрыве фигуры нескольких неподвижных импульсов частота следования импульсов во столько раз больше частоты звукового генератора, сколько импульсов наблюдается в разрыве фигуры (например, рис. 22, *б*). На рис. 22, *в* приведена осциллограмма, при которой возможны *n*-кратные ошибки.

Схема, обеспечивающая круговую развертку с помощью транс-

форматора, имеющего отвод от середины вторичной обмотки, показана на рис. 23.

1.9.12. Частоту повторения определять по схеме рис. 23.

Схема обеспечивает возможность измерения частоты повторения импульсов от единиц герц (определяется минимальной частотой звукового генератора) до 30—50 *кгц*, длительностью импульсов от 0,2 до 30 *мксек*.

В этой схеме предусмотрены цепи для изменения длительности импульсов, подаваемых на осциллограф, что обеспечило возможность наблюдения импульсов различной длительности с большим пределом изменения частоты повторения. Кроме того, в схеме рис. 23 предусмотрена развязка влияния цепей, создающих круговую развертку, на измеряемые цепи. Общий вид осциллограмм измеряемых импульсов приведен на рис. 22.

Измерение частоты повторения импульсов с помощью звукового генератора по совпадению измеряемых импульсов с вершиной синусоид напряжения звукового генератора

Этот метод измерения частоты повторения импульсов очень простой, но имеет много недостатков.

1.9.13. Частоту повторения указанным методом измерять по схеме рис. 24. С этой целью установить частоту звукового генератора такой, при которой на вершине каждой синусоиды будет наблюдаться один импульс, как указано на рис. 25. В этом случае частота повторения импульсов соответствует частоте звукового генератора. Способ применим для импульсов, длительность которых составляет примерно от $^1/_8$ до $^1/_{100}$ длительности периода повторения импульсов.

Основные осложнения, которые возникают при измерении по данному способу, состоят в том, что трудно обеспечить устойчивое положение импульсов на вершине осциллографа и импульсы «бегут», так как на синхронизацию осциллографа влияют не только исследуемые импульсы, но и синусоидальное напряжение звукового генератора. Для уменьшения этого влияния необходимо амплитуду синусоидального напряжения подать от звукового генератора такой величины, при которой амплитуда импульса, наблюдаемая на экране осциллографа, будет в 10—20 раз больше амплитуды синусоидального напряжения.

Измерение частоты повторения серий импульсов и частоты повторения импульсов в сериях

1.9.14. В том случае, если длительность серий импульсов составляет $^1/_4$ или меньшую часть длительности периода повторения серий, измерение частоты повторения серий можно выполнять по

схемам 21 и 23 и по методике, изложенной в пп. 1.9.11 и 1.9.12. При измерении по схеме рис. 21 импульсы серий могут сливаться в общий импульс, если частота повторения импульсов в сериях большая.

Частоту повторения серий рекомендуется измерять по калибрационным меткам осциллографа следующим образом:

— установить развертку осциллографа такой, при которой на экране электроннолучевой трубки наблюдается не менее двух серий импульсов;

— определить по калибрационным меткам длительность промежутка между сериями $\tau_{п.с}$, как показано на рис. 26;

— изменить скорость развертки и определить длительность импульса ($\tau_и$), длительность промежутка между импульсами ($\tau_{п.и}$) и количество импульсов в серии;

— определить частоту повторения серий по формуле

$$f_с = \frac{1}{\tau_{п.с} + n\tau_и + (n-1)\tau_{п.и}},$$

где $\tau_{п.с}$ — длительность промежутка сежду сериями, *сек*;

n — количество импульсов в серии;

$\tau_и$ — длительность импульса, *сек*;

$\tau_{п.и}$ — длительность промежутка между импульсами в сериях, *сек*;

$f_с$ — частота повторения серий, *гц*.

Частоту повторения импульсов в сериях можно определить по формуле

$$f_и = \frac{1}{\tau_и + \tau_{п.и}},$$

где $f_и$ — частота повторения импульсов в сериях, *гц*.

Измерение частоты синусоидальных колебаний

Общие сведения

1.9.15. Существующие измерители низких частот синусоидальных колебаний (нашедшие широкое применение) в основном позволяют измерить частоты, начиная от 10 *гц*, и имеют погрешность измерения около 2%. В практике измерений нередко требуется измерить частоты более низких частот с погрешностью менее 2%.

Описанные ниже способы измерения частоты с помощью электронных осциллографов позволяют с точностью установки частоты звукового генератора измерить частоту исследуемых синусоидальных колебаний в широком диапазоне частот.

Для приведенных ниже схем всех методов измерения частот целесообразно использовать стабилизированное напряжение питания приборов. Это условие дает возможность получить малоподвижные осциллограммы, позволяющие точно определить кратность частот.

Измерение частоты по фигурам Лиссажу

1.9.16. Метод измерения по фигурам Лиссажу позволяет произвести наглядное сравнение измеряемой и эталонной (образцовой) частот, а также позволяет измерить изменение фазы исследуемого колебания.

При этом методе колебания сравниваемых частот подводят к двум парам отклоняющих пластин осциллографа или на вход усилителей вертикального и горизонтального отклонений лучей, как показано на рис. 27.

1.9.17. Частоту колебаний по фигурам Лиссажу определять в следующем порядке:

— установить осциллограф для работы в режиме внешней развертки;

— собрать схему рис. 27 и установить выходное напряжение эталонного генератора таким, чтобы развертка занимала на экране трубки осциллографа примерно от $^1/_2$ до $^1/_3$ экрана;

— установить усиление усилителя вертикального отклонения луча таким, чтобы исследуемое напряжение также имело отклонение на экране трубки осциллографа, равное примерно $^1/_2$—$^1/_3$ экрана. При этом целесообразно, чтобы отклонение луча как по вертикали, так и по горизонтали было одинаковым;

— изменяя частоту эталонного генератора, добиться, чтобы на экране осциллографа наблюдалась наиболее простая фигура Лиссажу; сложные фигуры рассматривают в том случае, когда невозможно установить частоту эталонного генератора, соответствующую получению простых фигур.

Фигуры на экране электроннолучевой трубки зависят от соотношений частоты и фазы измеряемой и эталонной (или принятую за эталонную) частот.

На рис. 28 приведены примеры осциллограмм, соответствующие определенным соотношениям частоты и фазы сравниваемых колебаний.

По полученным осциллограммам определить отношение частот путем счета числа касаний с наложенными на фигуру прямоугольными осями (за исключением случаев, когда прямая и обратная фигуры совпадают, т. е. когда, например, разность фаз равна $\frac{\pi}{2}$ или $\frac{3\pi}{2}$ для отношения частот 2 : 1).

$$\text{Отношение} \quad \frac{f_{y(\text{верт})}}{f_{x(\text{гор})}} = \frac{\text{число касаний с осью } x}{\text{число касаний с осью } y}.$$

На рис. 29 приведен данный пример определения отношения измеряемых частот методом касания.

Другой метод определения отношения частот заключается в счете числа пересечений линий фигуры Лиссажу с вертикальной

и горизонтальной опорными линиями, как показано на рис. 29, *б*, при этом

$$\frac{f_{y(\text{верт})}}{f_{x(\text{гор})}} = \frac{\text{число пересечений с горизонтальной опорной линией}}{\text{число пересечений с вертикальной опорной линией}}.$$

Метод фигур Лиссажу применим на частотах от десятых долей герц до нескольких десятков килогерц.

1.9.18. Метод фигур Лиссажу позволяет определить частоту исследуемого колебания, отличающуюся от частоты генератора синусоидальных колебаний не более чем в 10—15 раз. Практически метод фигур Лиссажу применим на частотах, не превышающих 100—200 *кгц*. Однако при измерении на более высоких частотах (несколько десятков килогерц) не допускается большая кратность (более 4) отношения сравниваемых частот, так как уход частоты одного из сравниваемых колебаний приводит к вращению фигуры и не позволяет отсчитать число касаний или пересечений.

1.9.19. Точность измерения частоты исследуемого генератора определяется точностью частоты эталонного генератора.

Если при измерении по фигурам Лиссажу частота эталонного генератора не соответствует оцифрованному значению шкалы, то рекомендуется ее установить такой, при которой она соответствует оцифрованному (градуированному) значению шкалы, хотя фигура Лиссажу при этом становится подвижной (вращается).

В этом случае для точного определения частоты исследуемого генератора необходимо к значению частоты эталонного генератора добавить погрешность установки частоты (погрешность измерения).

1.9.20. Для определения погрешности измерения необходимо определить число оборотов фигуры в секунду. Удобнее начинать измерение, когда на экране появится незамкнутая фигура. Точное повторение фигуры на экране соответствует одному обороту. Разделив количество оборотов в секунду на число, кратное меньшей частоте, получим разницу в герцах большей частоты от ее номинального значения, т. е. от той величины, при которой фигура была бы неподвижной.

Знак «плюс» или «минус» можно определить практически, измерив частоту генератора. Если при увеличении частоты генератора скорость увеличивается, то знак следует выбирать положительный, и наоборот.

Измерение частоты методом зубчатого колеса

1.9.21. Описанный ниже метод основан на том, что из сравниваемых частот низкая частота используется для создания круговой развертки осциллографа, а высокая частота используется для модуляции круговой развертки.

По сравнению с методом фигур Лиссажу метод зубчатого колеса позволяет сравнивать частоты, имеющие кратность отношения $\frac{f_в}{f_н} \leqslant 30$ при получении фигур, имеющих простую форму.

Недостатком указанного метода является необходимость сборки схемы, создающей круговую развертку.

Минимальная частота из сравниваемых колебаний определяется типом применяемого осциллографа.

Если подавать сравниваемые колебания на отклоняющие пластины осциллографа, то резко расширяется диапазон развертки в сторону низких частот.

Максимальная частота колебаний, создающих круговую развертку, равна примерно 50 *кгц*. На частотах выше 50 *кгц* осциллограмма («зубчатое колесо») начинает вращаться (вследствие ухода частоты одного из сравниваемых колебаний) и не представляется возможности определить соотношение частот. При этом максимальная частота одного из сравниваемых колебаний составляет около 1 *Мгц*.

Одна из схем, рекомендуемых для сравнения частот методом зубчатого колеса, приведена на рис. 30.

Примеры осциллограмм сравниваемых частот приведены на рис. 31. Число зубцов осциллограммы равно отношению высокой частоты к низкой. При более сложных фигурах отношение частот следующее:

$$\frac{f_в}{f_н} = \frac{\text{число зубцов колеса}}{\text{число пересечений с радиальной опорной линией}}.$$

На рис. 31 приведены цифровые данные отношения сравниваемых частот.

Измерение частоты методом двойной круговой развертки (Метод рулетты)

1.9.22. Описанный ниже метод основан на том, что напряжения сравниваемых частот подаются на отклоняющие пластины электроннолучевой трубки или на вход усилителей горизонтального и вертикального отклонений лучей через фазовращатели.

Достоинство метода состоит в том, что наблюдаемая осциллограмма имеет относительно несложные фигуры, по которым удобно сравнивать фигуры при большом или дробном соотношении.

Схема для сравнения частот методом рулетты приведена на рис. 32. В этой схеме противоположные направления разверток обеспечиваются соответствующим правильным включением обмоток трансформатора Тр1, который наматывается проводом ПЭЛ-0,08 *мм*, каждая обмотка по 3000 витков. Сечение сердечника 1 $см^2$.

Схема устойчиво работает в диапазоне разверток любого из генераторов от 50 *гц* до 20 000 *гц*. Для расширения диапазона сравниваемых частот до 100 000 *гц* конденсаторы С1 и С2 надо брать емкостью по 1000 *пф*. Частота f_1 должна быть меньше частоты f_2.

На частотах f_2, больших 20 000 *гц*, рекомендуется вторичную обмотку трансформатора шунтировать резистором R3, величина которого порядка 1—3 *Мом*.

Примерный вид осциллограмм сравниваемых частот приведен на рис. 33. На этих осциллограммах лепестки фигур направлены наружу. Если поменять концы одной из обмоток, то лепестки будут направлены внутрь, но в этом случае затрудняется подсчет пересечений.

Отношение сравниваемых частот определять по виду фигур по формуле

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{N_1 - N_2}{N_2},$$

где f_1, f_2 — сравниваемые частоты;

N_1 — число лепестков фигуры.

$$N_2 = m + 1,$$

где m — число пересекаемых лепестков при движении луча от одного лепестка к другому.

Например:

рис. 33, *а* $N_1 = 5$, $m = 1$, $N_2 = 2$, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{3}{2}$;

рис. 33, *б* $N_1 = 7$, $m = 2$, $N_2 = 3$, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{4}{3}$;

рис. 33, *в* $N_1 = 9$, $m = 3$, $N_2 = 4$, $\frac{f_1}{f_2} = \frac{5}{4}$;

рис. 33, *г* $N_1 = 8$, $m = 0$, $N_2 = 1$, $\frac{f_1}{f_2} = 7$.

Измерение частоты методом эпициклоид

1.9.23. Метод эпициклоид позволяет определять (сравнивать) частоты, отношение которых выражается несократимым числом. Осциллограммы, получаемые при сравнении, легко анализируются. При использовании бестрансформаторной схемы сдвоенного фазовращателя с использованием ламповой развязки генераторов этот метод позволяет сравнивать частоты примерно от 15 *гц* до 20 *Мгц*.

Схема, приведенная на рис. 34, позволяет сравнивать частоты в диапазоне от 200 *гц* примерно до 50 *кгц*. При этом схема позволяет анализировать осциллограммы сравниваемых частот в отношении 1 : 30. При большем отношении частот затрудняется отсчет ввиду их некоторой подвижности.

Схема, приведенная на рис. 35, представляющая собой сдвоенный фазовращатель, рекомендуется для диапазона частот от 20 *кгц* до 10 *Мгц*. Значения величины схем рис. 34 и 35 приведены в табл. 2.

1.9.24. Порядок измерения частот методом эпициклоид рекомендуется следующий:

— подать напряжение низшей частоты и установить ручку резистора R4 в среднее положение;

— изменяя сопротивление резистора R3 и усиление усилителей осциллографа, добиться получения на экране осциллографа изображения окружности диаметром около 0,7 диаметра трубки;

— отключить низшую частоту и подключить высшую частоту;

— изменяя сопротивление резистора R3, добиться получения на экране осциллографа изображения круга; при большом отношении низшей и высшей частот изображение круга должно быть небольшим;

— подать на измерительную схему одновременно два напряжения и, изменяя сопротивление резистора R3, добиться получения на экране осциллографа устойчивой для анализа фигуры. Если фигура перемещается, то необходимо изменить частоту колебаний генератора, который имеет градуировку.

Примерный вид эпициклоид, наблюдаемых на экране и соответствующих кратному отношению частот, приведен на рис. 36, а дробно-рациональному отношению частот — на рис. 37.

При изменении напряжений сравниваемых частот изменяется и изображение эпициклоиды. На рис. 38 приведены эпициклоиды, соответствующие отношению частот $\frac{f_в}{f_н} = 10$ (при различных значениях высшей частоты).

Таблица 2

Диапазон сравниваемых частот	C1 *пф*	R3 и R4 *ком*	C2 *пф*
От 20 *кгц* до 100 *кгц*	0,1 *мкф*	56	2000
От 100 *кгц* до 500 *кгц*	2000	56	200
От 500 *кгц* до 10 *Мгц*	200	56	20

1.9.25. Для определения порядка отношения частот необходимо подсчитать число завитков или зубцов З и число светящихся линий Л, определить отношение частот по формуле отношение $\frac{З + Л}{Л}$.

Для определения числа линий, из которых состоит эпициклоида, из ее центра провести луч таким образом, чтобы он не пересекал

завитка. Удобнее всего проводить луч через перекрещивание светящихся линий. Тогда каждое перекрещивание принимают за две единицы счета, а одиночную дугу — за одну единицу.

При дробно-рациональном отношении частот близких 1 : 1 (например, 11 : 10, 10 : 9 и т. д.) эпициклоиды становятся неудобными для анализа, и поэтому данный метод в этом случае не рекомендуется.

1.10. ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСИЛЕНИЯ И ОСЛАБЛЕНИЯ

Выражение усиления (ослабления) в децибелах

1.10.1. В радиотехнических устройствах применяются различные усилители и ослабители мощности и напряжения в виде антенн, волноводов, коаксиальных кабелей, обладающих потерями, и другие специальные ослабители.

Для оценки коэффициента усиления или ослабления принята специальная единица измерения — децибел.

Число децибел можно определить по формуле

$$N_{дб} = 10 \lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}},$$

где $N_{дб}$ — число децибелов, на которое отличаются сравниваемые между собой мощности;

$\lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}}$ — десятичный логарифм отношения сравниваемых мощностей.

Если усиление или ослабление характеризуется отношением напряжений или токов, то

$$N_{дб} = 20 \lg \frac{I_{вых}}{I_{вх}} \quad \text{или} \quad N_{дб} = 20 \lg \frac{U_{вых}}{U_{вх}}.$$

Для перевода соответствующих отношений мощности и напряжений (токов) в децибелы и обратно можно воспользоваться графиками, приведенными на рис. 39 и 40.

Выражение мощности в децибелмилливаттах

1.10.2. Для удобства обозначения мощности в децибелах относительно уровня 1 *мвт* введена единица мощности — децибелмилливатт (*дбмвт*). Так, мощность на 25 *дб* больше 1 *мвт* обозначается 25 *дбмвт*, а мощность на 25 *дб* меньше 1 *мвт* — минус 25 *дбмвт*.

Для упрощения перехода от выражения мощности в децибелмилливатах к ваттам и наоборот можно воспользоваться рис. 41.

Выражение мощности в децибелмилливаттах удобно при радиоизмерениях. Часто в измерительном приборе создается опорный уровень мощности 1 *мвт*. Между этим прибором и входом проверяемого устройства ставятся ослабители с известным ослаблением, выраженным в децибелах. В этом случае мощность на входе устройства в децибелмилливаттах равна ослаблению, выраженному в децибелах.

Мощности, выраженные в децибелмилливаттах также легко сравнить между собой, как и мощности, выраженные в ваттах. Например, мощность в 20 *дбмвт* меньше мощности в 30 *дбмвт* на 10 *дбмвт*.

Иногда за уровень сравнения берут мощность 10 *мквт*. Соответствующие единицы мощности можно назвать децибелмикроваттами (*дбмквт*).

Между децибелмилливаттами и децибелмикроваттами существует следующая зависимость:

$$D_{дбмвт} = D_{дбмквт} - 20.$$

2. ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В настоящем разделе приведены сведения по ремонту передающих устройств с генераторами на металло-керамических лампах и магнетронах, передающих устройств с усилителями на лампах бегущей волны (ЛБВ) и на амплитронах.

2.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Внимание! При работе с включенным передающим устройством соблюдать правила техники безопасности, установленные для работы с высокими и высокочастотными напряжениями (разд. 2 и 6 части 1 настоящего Руководства), и требования по радиотехнической маскировке в соответствии с действующими приказами и инструкциями.

2.1.1. Во время ремонта передающего устройства в общем случае рекомендуется выполнять операции, указанные ниже.

2.1.2. Провести частичную разборку, минимально необходимую для дефектации блоков, узлов и для замены неисправных элементов.

После разборки провести дефектацию элементов внешним осмотром и опробованием, устранить замеченные дефекты. Специальные приборы (генераторные лампы, магнетроны, амплитроны, лампы бегущей волны) снимать в соответствии с указаниями ИЭ станции.

Элементы высокочастотного тракта, входящего в состав передающего устройства, должны быть проверены и отремонтированы в соответствии с указаниями разд. 4.

2.1.3. Проверить внешним осмотром электровакуумные и ионные приборы блоков передающего устройства. Стеклянные баллоны этих приборов не должны иметь трещин (особенно в местах выхода выводов), выводы не должны быть погнуты, внутри ламп не должно быть свободно перемещающихся частей.

Молочно-белый цвет газопоглотителя модуляторных ламп, высоковольтных кенотронов свидетельствует о том, что лампа «натекла»; такую лампу заменить.

При осмотре металло-керамических генераторных ламп следует обратить внимание на контактную поверхность в местах соединения выводов лампы с аппаратурой. На контактных поверхностях не должно быть следов нагара, так как это приводит к потере мощности и неустойчивой работе лампы в передающем устройстве.

При осмотре магнетрона (амплитрона) убедиться в отсутствии повреждений (разрушения или трещины) элементов вывода энергии, выводов питающих напряжений и других механических дефектов прибора. Осмотреть сочленение магнетрона с приводным устройством механизма перестройки частоты.

При осмотре ламп бегущей волны (ЛБВ) убедиться в отсутствии повреждений колбы и выводов. Зеркало газопоглотителя ЛБВ должно быть блестящим, но при этом допускается наличие различных оттенков. Молочно-белый цвет газопоглотителя свидетельствует о том, что лампа «натекла»; такую лампу заменить.

После удаления разбитой колбы тщательно осмотреть арматуру ЛБВ. Оставшиеся осколки могут привести к поломке новой лампы при ее установке.

2.1.4. Проверить на испытателе ламп электровакуумные и ионные приборы, кроме высоковольтных кенотронов, импульсных кенотронов, модуляторных ламп, генераторных ламп, магнетронов, амплитронов и ламп бегущей волны.

Проверить омметром отсутствие короткого замыкания электродов и обрыва в цепи подогревателя приборов.

Работоспособность высоковольтных и импульсных кенотронов, генераторных ламп, магнетронов, амплитронов и ламп бегущей волны проверять по месту их установки по нормальной работе передающего устройства.

2.1.5. Проверить мегомметром сопротивление изоляции цепей, если имеются соответствующие указания в ИЭ.

2.1.6. Проверить блокировки шкафа или блоков передающего устройства.

При внешнем осмотре блокировок убедиться, что контактные поверхности не имеют нагаров, задирин, погнутых деталей, ослабленных пружин.

2.1.7. Проверить уровень масла в трансформаторах, линиях задержки и в других наполненных маслом элементах.

Баки должны быть плотно закрыты. Течь масла в швах, прокладках и соединениях недопустима.

2.1.8. Проверить систему охлаждения. В системе воздушного охлаждения не должно быть прорывов воздуховодов, загрязнения сеток в воздуховодах, погнутостей крыльчаток вентиляторов.

В системе жидкостного охлаждения не должно быть течи охлаждающей жидкости в местах соединений элементов канала охлаждения, гибких (резиновых) шлангах.

В системе охлаждения проверить срабатывание элементов защиты (пневмореле, центробежные реле и т. д.) в случае прекра-

щения работы вентиляторов или насоса. Передающее устройство не включать или включить частично (для включения системы охлаждения). Срабатывание элементов защиты проверять по загоранию сигнальных ламп или омметром, подключая его к соответствующим цепям.

2.1.9. Проверить влагопоглотители масляных трансформаторов и других элементов согласно указаниям ИЭ.

2.1.10. Убедиться, что встроенные приборы прошли контрольную проверку.

Если срок действия контрольной проверки истек, провести ее.

2.1.11. Проверить внешним осмотром высоковольтные цепи и элементы (изоляторы, шины, провода). Высоковольтные провода не должны иметь разрушений внешней изоляции. Поверхность изоляторов и контактов высоковольтных элементов не должна быть загрязнена.

2.1.12. Проверить съемные блоки питания (кроме высоковольтных) и подмодуляторы вне станции или в станции, установив их в шкаф передающего устройства или подключив к разъемам шкафа ремонтными (удлинительными) кабелями.

В случае проверки блоков вне станции необходимые напряжения питания подавать от блоков питания станции или от универсальных источников питания.

Проверить напряженность магнитного поля магнитной системы и работу элементов устройства защиты контроля и управления (пп. 2.8.3; 2.3.2—2.3.4 части 3 настоящего Руководства).

2.1.13. Собрать передающее устройство. Установить снятые ранее блоки.

При сборке обратить внимание на правильность сочленения узлов, подключения кабелей и соединения волноводов (коаксиальных фидеров).

Некачественное соединение элементов высокочастотного тракта вызывает искрение между фланцами или разъемами, приводит к увеличению КСВ тракта.

2.1.14. Подключить к выходу передающего устройства (или к выходу антенного переключателя) эквивалент антенны из комплекта станции.

Подать импульсы запуска на подмодулятор (модулятор) передающего устройства от блока запуска станции или от генератора импульсов.

Проверить в станции устройство защиты, контроля и управления, модулятор и передающее устройство в сборе с включением высокого напряжения (пп. 2.3.5—2.3.8, подразд. 2.4; 2.5 или 2.6; подразд. 2.7; 2.8; 2.9 или 2.10 части 3 настоящего Руководства).

Маломощное передающее устройство, выполненное в виде съемного блока, допускается проверять вне станции на рабочем месте.

Если передающее устройство длительное время не включалось, то необходимо провести жестчение (тренировку) модуляторных ламп, высоковольтных кенотронов, выпрямительных газотронов и

тиратронов, генераторных ламп, магнетрона и амплитрона согласно указаниям ИЭ.

Жестчение обязательно проводить и при установке в передающее устройство новых приборов, не бывших в эксплуатации.

2.2. ПОДМОДУЛЯТОРЫ

Общие сведения

2.2.1. Подмодуляторы предназначены для формирования импульсов управления модулятором. Конструктивно подмодулятор выполняется в виде отдельного блока или размещается в одном блоке совместно с модулятором.

Формирование импульсов по длительности осуществляется первым каскадом. Последующие каскады выполняют функции усилителя. Каскады усиления в схеме подмодулятора могут отсутствовать.

Схемы модуляторов предусматривают режим работы с внешним запуском, с внутренним запуском или оба режима работы.

Проверяемые технические требования

2.2.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— отсутствие самовозбуждения и «ложного» запуска в режиме внешнего запуска;

— амплитуда, длительность и форма импульса на выходе подмодулятора;

— частота следования импульсов на выходе подмодулятора в режиме внутреннего запуска.

Проверка технических требований

2.2.3. В режиме внешнего запуска подмодулятор не должен срабатывать при отсутствии импульсов запуска и от импульсов амплитудой, меньше требуемой.

Проверять в следующем порядке:

— подключить вход *Y* (вход усилителя вертикального отклонения) осциллографа к выходу первого каскада или к выходу подмодулятора; включить осциллограф в режим ждущей развертки с синхронизацией от генератора импульсов;

— включить подмодулятор в режим внешнего запуска;

— подать на вход подмодулятора от генератора импульсов импульсы запуска необходимой амплитуды, полярности, длительности и частоты следования (на экране осциллографа должно быть изображение импульса; если импульс отсутствует, проверить режим работы каскадов);

— уменьшить амплитуду запускающего импульса до величины,

меньше требуемой. На экране осциллографа не должно появляться изображение импульса — подмодулятор не срабатывает.

Если подмодулятор срабатывает при подаче запускающих импульсов с амплитудой, меньше требуемой, проверить напряжение смещения лампы первого каскада и качество электрического монтажа.

2.2.4. Амплитуда и длительность импульса на выходе подмодулятора в режиме внутреннего или внешнего запуска должны быть в пределах, указанных в ИЭ или ТО.

Проверять осциллографом с калибратором амплитуды и длительности.

Если амплитуда не соответствует требуемой величине, проверить режим работы каскадов усиления.

В случае когда длительность не соответствует требуемой величине, проверить элементы схемы первого каскада, от которых в основном зависит длительность формирующегося импульса, проверить режим работы этого каскада.

В схеме подмодулятора, изображенной на рис. 42 (схема подмодулятора с внешним запуском и входным каскадом на блокинг-генераторе), длительность импульса определяется величиной емкости времязадающего конденсатора С4 и резистора R4 (прямая зависимость). Если длительность импульса меньше требуемой величины, увеличить емкость конденсатора С4 и сопротивление резистора R4, если длительность больше — уменьшить значение емкости конденсатора С4 или уменьшить сопротивление резистора R4.

В случае когда амплитуда импульса не соответствует требуемой величине, проверить лампы Л1 и Л2 и режимы питания каскадов на этих лампах.

На рис. 43 изображена схема первого каскада подмодулятора, в которой импульсы формируются линиями задержки *1* и *2*.

Если на выходе подмодулятора с таким каскадом длительность импульсов не соответствует требуемой величине, проверить линии задержки данного каскада: омметром проверить целостность цепи между точками *Н* и *К* и отсутствие замыкания между точками *Н* и *О*.

При длительности импульсов больше требуемой уменьшить число ячеек линии, при длительности импульсов меньше требуемой увеличить число ячеек.

2.2.5. Частота следования импульсов на выходе подмодулятора в режиме внутреннего запуска должна соответствовать данным, указанным в ИЭ или Формуляре.

Частоту следования проверять осциллографом по методике, изложенной в п. 1.9.10. Осциллограф подключить к выходу подмодулятора или к гнезду контроля импульса.

В том случае, если требование не выполняется, установить органом регулировки, изменяющим частоту следования, необходимую частоту следования, проверить элементы схемы, от которых в основном зависит частота следования.

В схеме подмодулятора, изображенной на рис. 44, элементом изменения частоты следования импульсов является переменный резистор R4 РЕГУЛИРОВКА ЧАСТОТЫ.

В случае когда не удается установить требуемую частоту следования, проверить переменный резистор R4, резистор R5, конденсатор C5 и дроссель Др1, резистор R1 и конденсатор C1.

2.3. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Проверяемые технические требования

2.3.1. Проверке подлежат следующие технические требования:

— срабатывание разрядного устройства (разрядной штанги) высоковольтных конденсаторов;

— ток срабатывания электромагнитных реле (только реле, ток срабатывания которых указан в ИЭ или ТО);

— срабатывание реле устройства температурной защиты амплитронов и ферритовых вентилей (или других элементов);

— работоспособность органов включения и цепей сигнализации включения передающего устройства;

— выдержка времени (с момента подачи напряжения питания), по истечении которого возможно включение высокого напряжения;

— срабатывание реле устройства защиты и выключение передающего устройства при аварийных режимах работы.

Проверка технических требований

2.3.2. Разрядное устройство (разрядная штанга) высоковольтных конденсаторов, установленных в шкафу передающего устройства, должно надежно соединять их выводы с корпусом шкафа при открывании дверц шкафа.

Наличие контакта проверять омметром при выключенных напряжениях питания.

2.3.3. Ток срабатывания электромагнитных реле, установленных в передающем устройстве, должен соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО. Проверять при выключенных напряжениях питания по схеме, изображенной на рис. 45.

Включить источник питания и плавно повышать напряжение на его выходе до момента срабатывания реле.

Момент срабатывания реле контролировать омметром, подключенным к контактам реле или к цепи, соединенной с контактами реле.

Измерить ток в цепи обмотки реле. Если ток срабатывания не соответствует требуемой величине, проверить обмотку и контакт-

ную систему реле, проверить резисторы, включенные последовательно с обмоткой реле.

2.3.4. Реле устройства температурной защиты амплитронов и ферритовых вентилей (или других элементов) должны включаться при срабатывании термодатчиков.

Проверять в следующем порядке:

— отсоединить термодатчики от контактов устройства;

— включить напряжения питания устройства температурной защиты;

— поочередно замыкать контакты устройства (имитировать срабатывание термодатчиков), к которым были подключены термодатчики, и по загоранию сигнальных ламп (или омметром) проверить включение реле.

Если требование не выполняется, проверить реле, сигнальные лампочки, цепи питания реле и лампочек.

2.3.5. Органы управления и элементы сигнализации должны обеспечить включение передающего устройства и соответствующий контроль.

Проверять пробным включением передающего устройства в соответствии с указаниями ИЭ. Каждый последующий этап включения осуществлять после сигнализации и выполнения предыдущего этапа включения (загорание сигнальных ламп, показания приборов).

Если требование не выполняется, проверить органы управления, элементы сигнализации, цепи питания и управления.

2.3.6. Выдержка времени (с момента подачи напряжения питания на шкаф передающего устройства), по истечении которого возможно включение высокого напряжения, должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Если выдержка времени не соответствует требуемой величине, проверить и отрегулировать реле или автомат выдержки времени в соответствии с указаниями ИЭ.

2.3.7. Устройство защиты должно обеспечить выключение передающего устройства в случаях:

— открывания дверец (крышек) шкафа при включенном высоком напряжении;

— прекращения функционирования системы охлаждения;

— длительных пробоев разрядника искусственной линии, разрядника импульсного трансформатора.

Работу устройства защиты передающего устройства проверять в следующем порядке:

— включить передающее устройство;

— открыть дверцу шкафа или снять любую крышку шкафа передающего устройства и убедиться, что передающее устройство при этом выключается;

— убедиться, что горит лампочка, сигнализирующая о нарушении цепи блокировки;

— закрыть дверцу (установить снятую крышку) шкафа передающего устройства;

— отключить напряжение питания системы охлаждения и убедиться, что передающее устройство при этом выключается;

— убедиться, что горит лампочка, сигнализирующая о нарушении функционирования системы охлаждения.

Если в данных случаях передающее устройство не выключается, проверить соответствующие реле, установленные в цепи блокировки и в системе охлаждения, и цепи этих реле.

В случае когда не загораются лампочки, сигнализирующие о нарушении цепи блокировки или о прекращении функционирования системы охлаждения, проверить эти лампочки и цепи подачи напряжения к ним.

Работу схемы защиты в случае длительных пробоев разрядников проверять при полностью включенном передающем устройстве.

Пробои разрядников наблюдать по броскам стрелки электроизмерительного прибора в цепи контроля тока нагрузки модулятора.

Если после возникновения непрерывного разряда не срабатывает соответствующее указательное реле и не загорается сигнальная лампочка, проверить цепи этих элементов.

2.3.8. Устройство защиты должно обеспечивать выключение передающего устройства в случае отсутствия напряжения смещения ЛБВ или отсутствия напряжения на соленоиде арматуры ЛБВ.

Проверять в следующем порядке:

— отключить напряжение смещения ЛБВ или отсоединить разъемы ЛБВ от источников питания;

— включить передающее устройство.

При этом передающее устройство не должно включаться и должна гореть сигнальная лампочка, указывающая на отсутствие напряжения смещения ЛБВ соответствующего каскада усиления, или должна гореть сигнальная лампочка, сигнализирующая об отсутствии напряжения питания соленоидов.

Если требование не выполняется, проверить соответствующие реле устройства защиты, обеспечивающие отключение передающего устройства. В случае когда не загораются сигнальные лампочки, проверить их и цепи подачи напряжения к ним.

2.4. ЛАМПОВЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ

Проверяемые технические требования

2.4.1. Проверке подлежат следующие технические требования:

— форма, длительность и амплитуда импульсов на выходе модулятора;

— частота следования импульсов, если модулятор работает в режиме внутреннего запуска (по методике, изложенной в п. 2.2.5).

Проверка технических требований

2.4.2. Форма импульса, его амплитуда и длительность на выходе модулятора должны соответствовать данным, указанным в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— подключить осциллограф к разъему или гнезду контроля импульса модулятора;

— подать запускающие импульсы от генератора импульсов на вход модулятора (или на вход подмодулятора);

— включить напряжение питания модулятора; если при этом внутри модуляторной лампы или импульсного кенотрона наблюдается розовое свечение (лампа «натекла»), то эту лампу заменить.

При установке в блок новых ламп с допустимым анодным напряжением от 6 до 30 *кв* обязательно провести их тренировку (жестчение) согласно методике, изложенной в ИЭ.

Тренировку ламп провести также, если наблюдаются внутри лампы пробои. Внешне они проявляются в резких колебаниях стрелки прибора, измеряющего ток нагрузки модулятора, и выключениях реле защиты анодного выпрямителя по максимальному току.

Если пробои не прекращаются, лампу заменить; проверить осциллографом форму, амплитуду и длительность импульсов модулятора.

При отсутствии импульсов на выходе модулятора проверить величины напряжений и токов электродов модуляторных ламп (в случае когда блок имеет встроенные приборы для контроля) и сравнить их с данными, указанными в ИЭ.

Если после непродолжительной работы блока внутри модуляторных ламп наблюдается голубоватое свечение (у стенок баллона), проверить систему охлаждения ламп.

Возможные неисправности применительно к конкретным схемам модуляторов, являющимися наиболее распространенными, рассмотрены ниже.

На рис. 46 изображена схема модулятора с двумя параллельно включенными лампами Л2, Л3 и с разделенным включением накопительных конденсаторов С3 и С4. Заряд конденсаторов происходит через ограничительные резисторы R4—R7 и зарядный дроссель Др2.

Если в данной схеме модулятора длительность импульса на контрольном гнезде МОДУЛЯТОР не соответствует требуемой величине, проверить накопительные конденсаторы С3 и С4, ограничительные резисторы R4—R7, зарядный дроссель Др2.

Если время спада импульса больше требуемой величины, проверить дроссель Др2.

В случае когда по окончании модулирующего импульса наблюдается выброс обратной полярности амплитудой, больше требуе-

мой, или колебательный процесс, проверить клипперный (ограничительный) диод (лампа Л1).

При несоответствии амплитуды импульса требуемой величине проверить режимы питания каскадов модулятора, заменить лампы Л2 и Л3.

На рис. 47 изображена схема модулятора с последовательным включением ламп. В такой схеме применяются более низковольтные модуляторные лампы, чем в схеме с параллельным включением ламп.

Если в данном модуляторе длительность фронта импульса на выходе больше требуемой величины, проверить резисторы R1, R2, R7—R9, которые участвуют в заряде конденсаторов С3 и С4.

В случае когда длительность спада импульса больше требуемой величины, проверить резисторы R7—R9, через которые протекает разряд конденсатора С3.

При несоответствии амплитуды импульса требуемой величине проверить конденсатор С4 и величину анодного напряжения.

На рис. 48 изображена схема с трансформаторной связью модуляторной лампы с нагрузкой.

Если длительность импульса не соответствует требуемой величине, проверить конденсатор С1, резистор R1.

В случае когда амплитуда импульса не соответствует требуемой величине, проверить трансформатор Тр1, заменить лампу модулятора.

На рис. 49 изображена схема однолампового модулятора с частичным разрядом накопительного конденсатора С1.

Если в данной схеме амплитуда импульса на выходе модулятора не соответствует требуемой величине, проверить конденсатор С1, резисторы R3, R4, индуктивность L1, проверить режим работы лампы Л1.

Если длительность импульса не соответствует требуемой величине, проверить конденсатор С1, заменить лампу Л1.

Если после окончания модулирующего импульса наблюдается выброс обратной полярности, проверить клипперный (ограничительный) диод (лампу Л2).

Если длительность спада импульса больше требуемой величины, проверить индуктивность катушки Др1.

2.5. ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ НА ВОДОРОДНЫХ ТИРАТРОНАХ

Проверяемые технические требования

2.5.1. Проверке подлежат следующие технические требования:

— форма напряжения заряда искусственной линии;

— длительность и амплитуда импульса на выходе модулятора;

— частота следования импульсов, если модулятор работает в режиме внутреннего запуска (по методике, изложенной в п. 2.2.5).

Проверка технических требований

Проверка и настройка импульсного модулятора на водородном тиратроне изложены на примере модулятора, принципиальная электрическая схема которого изображена на рис. 50.

Накопителем энергии служит искусственная линия (формирующая линия).

Заряд искусственной линии происходит через зарядный дроссель и зарядный диод Л1, импульсный трансформатор Тр1 от высоковольтного выпрямителя. Разряд искусственной линии происходит через тиратрон Л3 и первичную обмотку импульсного трансформатора с момента подачи на управляющую сетку тиратрона запускающих импульсов.

2.5.2. Форма напряжения заряда искусственной линии должна соответствовать осциллограмме, изображенной на рис. 51 или приведенной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— подключить вход *Y* осциллографа к разъему или гнезду контроля заряда линии;

— включить передающее устройство;

— включить осциллограф в режим непрерывной развертки;

— наблюдать на экране осциллографа форму напряжения заряда формирующей линии.

В зависимости от установки скорости развертки на экране осциллографа должно быть изображение одного или нескольких полных колебаний зарядного напряжения (рис. 51).

Если при включении передающего устройства происходит пробой тиратрона, проверить дроссель Др2, ограничивающий скорость нарастания тока в анодной цепи тиратрона. При несоответствии формы напряжения заряда требуемой проверить зарядный дроссель.

В случае когда после установки отремонтированного дросселя на экране осциллографа наблюдается форма напряжения заряда, изображенная на рис. 52, *а*, индуктивность зарядного дросселя Др1 велика; если форма напряжения заряда соответствует изображенной на рис. 52, *б*, индуктивность зарядного дросселя мала.

2.5.3. Длительность и амплитуда импульса на выходе модулятора должны соответствовать требованиям, изложенным в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— подключить вход *Y* осциллографа к гнезду контроля модулирующего импульса (к гнезду МОДУЛЯТОР по схеме рис. 50), на вход *X* осциллографа подать от генератора импульсов синхронизирующие импульсы;

— включить осциллограф в режим ждущей развертки;

— измерить длительность и амплитуду импульса.

Если длительность импульса не соответствует требуемой, проверить элементы (катушки индуктивности и конденсаторы) линии задержки.

В случае когда катушки индуктивности формирующей линии имеют сердечники, то, перемещая сердечники и этим изменяя индуктивность катушек, добиться требуемой величины длительности импульса.

При увеличении общей длительности импульса вследствие увеличения длительности спада импульса проверить корректирующий резистор R1, включенный параллельно первичной обмотке импульсного трансформатора Тр1. Увеличение сопротивления резистора R1 вызывает уменьшение длительности спада.

Если амплитуда модулирующего импульса не соответствует требуемой величине, проверить трансформатор Тр1.

При наличии положительных выбросов или колебательного процесса после окончания импульса проверить резистор R3, заменить импульсный кенотрон Л2.

2.6. МАГНИТНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ МОДУЛЯТОРЫ

Общие сведения

2.6.1. В качестве коммутирующих устройств в магнитных импульсных модуляторах используются нелинейные индуктивности (дроссели).

Для получения коротких импульсов используется многокаскадная схема магнитного импульсного модулятора. Структурная схема такого модулятора изображена на рис. 53.

Входной каскад преобразует напряжение, получаемое от источника переменной э. д. с. (величины, необходимой для схемы «сжатия»).

Схема «сжатия» превращает синусоидальное напряжение источника переменной э. д. с. в однополярные кратковременные импульсы длительностью несколько микросекунд или долей микросекунды.

Для создания начальной асимметрии синусоидального питающего напряжения, которая позволяет получить однополярные импульсы, служит цепь подмагничивания.

Формулирующая линия служит для получения прямоугольного модулирующего импульса.

Проверяемые технические требования

2.6.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— ток подмагничивания;

— резонансная частота входного каскада;

— длительность, амплитуда и форма импульсов на выходе модулятора.

Проверка технических требований

Проверка и настройка изложены на примере модулятора, принципиальная схема которого изображена на рис. 54.

2.6.3. Величина тока подмагничивания должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять без включения высокого напряжения.

Ток подмагничивания контролировать по прибору ИП шкафа передающего устройства, если такой прибор имеется, или по амперметру постоянного тока, включенному в разрыв цепи подмагничивания.

В случае когда ток в цепи подмагничивания отсутствует, проверить целостность обмотки дросселя подмагничивания Др2 и источник питания цепи подмагничивания согласно методике, изложенной в разд. 6 части 3 настоящего Руководства.

Если ток подмагничивания не соответствует требуемой величине, изменением величины напряжения источника питания цепи подмагничивания установить ток подмагничивания.

2.6.4. Резонансная частота входного каскада модулятора должна быть в пределах, указанных в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— отключить питание модулятора;

— замкнуть контакты первого и второго входных каскадов модулятора;

— подключить выход генератора звуковой частоты через резистор (сопротивлением порядка 10—20 *ком*) к контактам 3, 4;

— подключить осциллограф к контактам 3, 4 модулятора;

— установить частоту генератора, приблизительно равную требуемой резонансной частоте; амплитуду напряжения на выходе генератора установить достаточную для наблюдения сигнала на экране осциллографа;

— плавно изменить частоту сигнала генератора, добиваясь максимальной амплитуды сигнала на экране осциллографа;

— произвести отсчет резонансной частоты по шкале генератора.

Если резонансная частота не соответствует требуемому значению, изменением емкости конденсатора С1 установить требуемую величину резонансной частоты. С увеличением емкости конденсатора С1 резонансная частота уменьшается, с уменьшением емкости С1 — увеличивается.

2.6.5. Амплитуда и длительность импульсов на выходе модулятора должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или в ТО.

Проверять в следующем порядке:

— подключить осциллограф к разъему или гнезду контроля импульса модулятора;

— включить напряжение питания передающего устройства в последовательности, указанной в ИЭ;

— наблюдать импульсы модулятора на экране осциллографа.

Если амплитуда импульса модулятора не соответствует требуемой величине, установить ее величину, изменяя ток подмагничивания в пределах, указанных в п. 2.6.3, проверить трансформатор Тр2.

В случае когда длительность импульса не соответствует требуемой величине, произвести подстройку формирующей линии, перемещая сердечники катушек индуктивности.

Если данная регулировка не дает должного результата, изменить число включенных ячеек формирующей линии, увеличение которых приводит к увеличению длительности импульса на выходе модулятора, и наоборот.

Когда длительность спада модулирующего импульса не соответствует требумой величине, проверить элементы демпфирующей цепи, резистор R1 и дроссель Др6.

2.7. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ГЕНЕРАТОРОМ НА МЕТАЛЛО-КЕРАМИЧЕСКИХ ЛАМПАХ

Общие сведения

2.7.1. Структурная схема передающего устройства изображена на рис. 55.

Подмодулятор и модулятор предназначены для формирования модулирующих импульсов напряжения с заданной частотой следования и длительностью. Эти импульсы осуществляют модуляцию высокочастотных колебаний генератора СВЧ.

Конструктивно колебательные контуры генератора СВЧ представляют собой концентрические цилиндры, имеющие контактные пружины, осуществляющие контакт с анодом, сеткой и катодом лампы.

Изменение частоты достигается изменением длины коаксиальной линии, образующей анодно-сеточный контур.

Конструктивно изменение длины коаксиальной линии осуществляется перемещением плунжера, закорачивающего коаксиальные цилиндры. В маломощных генераторах плунжер перемещается вручную, в мощных генераторах — с помощью механизма перестройки с ручным приводом или электроприводом.

Проверяемые технические требования

2.7.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

— напряжение накала и смещение генераторной лампы;

— амплитуда, длительность, форма импульсов и другие параметры, характерные для схемы модулятора (подразд. 2.4—2.6);
— длительность огибающей высокочастотного импульса;
— генерируемая частота;
— мощность на выходе передающего устройства;
— подстройка генератора системой АПЧ на частоту приемника при взаимных расстройках.

Проверка технических требований

2.7.3. Напряжения накала и смещения генераторной лампы должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или Паспорте на лампу.

Проверять по встроенным приборам или вольтметром при выключенном высоком напряжении.

Если напряжения накала и смещения не соответствуют требуемым величинам или отсутствуют, отрегулировать источники питания, проверить цепи подачи напряжений, проверить цепь автосмещения.

2.7.4. Длительность огибающей высокочастотного импульса должна соответствовать величине, указанной в Формуляре или в ИЭ.

Проверять осциллографом с калибратором длительности в следующем порядке:
— включить передающее устройство;
— включить осциллограф в режим ждущей развертки с внешней синхронизацией импульсами запуска;
— измерить осциллографом на контрольном гнезде передающего устройства длительность огибающей высокочастотного импульса.

Если в передающем устройстве отсутствует контрольное гнездо, подключить вход *V* осциллографа через диод СВЧ к направленному ответвителю тракта СВЧ или конец кабеля, подключенного к входу осциллографа, поднести к разряднику антенного коммутатора и измерить длительность огибающей высокочастотного импульса. Длительность огибающей измерять на уровне 0,5 средней ординаты верхнего основания апроксимирующего импульса (рис. 56), если нет иных указаний об уровне в Формуляре или ИЭ.

Если при этом генератор СВЧ не генерирует (отсутствует свечение проходных разрядников антенного коммутатора), проверить отсутствие замыкания на корпус в анодно-сеточном или в катодно-сеточном контуре омметром, подключенным к контактным пружинам в месте установки генераторной лампы, заменить генераторную лампу.

Если длительность огибающей высокочастотного импульса не соответствует требуемой величине, проверить длительность импульса на выходе модулятора.

2.7.5. Генерируемая частота передающего устройства должна соответствовать величине, указанной в Формуляре станции.

Проверять частотомером (волномером), вход которого соединить кабелем с разъемом контроля частоты передающего устройства или с разъемом направленного ответвителя СВЧ тракта.

Если частота не соответствует требуемой величине, настроить генератор, перемещая анодно-сеточный плунжер по направлению к генераторной лампе для увеличения частоты или в противоположном направлении — для уменьшения частоты. В случае когда настроить генератор на требуемую частоту не удается перемещением анодно-сеточного плунжера, изменить положение катодно-сеточного плунжера и повторить настройку.

2.7.6. Импульсная мощность на выходе передающего устройства должна соответствовать величине, указанной в Формуляре. При этом импульсное напряжение на аноде генераторной лампы не должно превышать требуемой величины.

Мощность измерять по встроенному прибору передающего устройства, блоком контроля мощности из комплекта станции или измерителем мощности, подключенным к разъему контроля мощности (направленному ответвителю высокочастотного тракта).

Измерители мощности показывают, как правило, среднее значение мощности ($P_{ср}$). Импульсную мощность в этом случае определить по формуле

$$P_{имп} = \frac{P_{ср}}{F \cdot \tau} \; вт,$$

где $P_{ср}$ — показание измерителя средней мощности, *вт*;

F — частота следования импульсов передающего устройства, *гц*;

τ — длительность огибающей высокочастотного импульса на уровне 0,5 средней ординаты верхнего основания апроксимирующего импульса (рис. 56), *сек*.

Если импульсная мощность генератора меньше требуемой величины, установить элемент связи с нагрузкой в положение максимальной мощности, заменить генераторную лампу.

Импульсное напряжение на аноде генераторной лампы измерять импульсным вольтметром с емкостным делителем напряжения.

2.7.7. Система АПЧ должна обеспечивать подстройку генератора на частоту приемника при взаимных расстройках на величину, указанную в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— выключить систему АПЧ;

— настроить генератор на требуемую частоту (п. 2.7.5);

— настроить приемник на эту же частоту по методике, изложенной в разд. 3 настоящего Руководства;

— расстроить генератор по частоте на требуемую величину; величину расстройки контролировать частотомером (волномером);

— включить систему АПЧ; при этом механизм подстройки генератора должен автоматически изменить частоту генератора в сторону уменьшения величины расстройки;

— проверить частоту генератора частотомером по методике п. 2.7.5.

Если требование не выполняется, проверить цепи питания электродвигателя механизма подстройки, проверить усилитель АПЧ согласно ИЭ, настроить каскады УПЧ и частотного детектора канала АПЧ приемника (разд. 3 настоящего Руководства).

2.8. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ИМПУЛЬСНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ НА МАГНЕТРОНЕ

Общие сведения

2.8.1. Структурная схема передающего устройства на магнетроне изображена на рис. 57.

Импульсы требуемой амплитуды, длительности и частотой следования, сформированные подмодулятором и модулятором, подаются на генератор СВЧ. Этим осуществляется импульсная модуляция высокочастотных колебаний.

В схемах передающих устройств применяются пакетированные магнетроны, в которых магнитная система является частью конструкции магнетрона, или непакетированные магнетроны, в которых магнитная система выполнена отдельно. Конструкция магнитной системы непакетированного магнетрона позволяет изменять напряженность магнитного поля в пространстве между магнитами. Отвод высокочастотной энергии магнетрона осуществляется через коаксиальные, волноводные или коаксиально-волноводные выводы.

Магнетронные генераторы могут быть выполнены на перестраиваемых и неперестраиваемых магнетронах.

Проверяемые технические требования

2.8.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— напряженность магнитного поля (если имеется указание в ИЭ);

— амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

— напряжение накала магнетрона;

— амплитуда, длительность, форма импульсов и другие параметры, характерные для схемы модулятора (подразд. 2.4—2.6);

— ток высоковольтного выпрямителя (потребляемый модулятором);

— ток магнетрона;

— генерируемая частота;

— длительность огибающей высокочастотного импульса;

— мощность на выходе передающего устройства (проверять по методике, указанной в п. 2.7.6, или проверять относительную мощность по методике, указанной в п. 11.3.2);

— подстройка генератора системой АПЧ на частоту приемника при взаимных расстройках (п. 2.7.7.).

Проверка технических требований

2.8.3. Напряженность магнитного поля магнитной системы магнетрона должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Напряженность магнитного поля проверять измерителем магнитной индукции в порядке, изложенном в ИЭ на станцию или ИЭ прибора.

Если напряженность магнитного поля не соответствует требуемой величине, то ее установить изменением зазора между полосами магнита или изменением положения магнитного шунта.

2.8.4. Напряжение накала и рабочий ток магнетрона не должны превышать допустимую величину, указанную в Паспорте на магнетрон.

Проверять в следующем порядке:

— частично включить передающее устройство (высокое напряжение не включать);

— проконтролировать величину напряжения накала магнетрона по встроенному прибору или вольтметром;

— включить высокое напряжение;

— измерить ток магнетрона по встроенному прибору.

Если величина напряжения накала не соответствует требуемой величине или отсутствует, отрегулировать источник накала магнетрона, проверить цепь подачи напряжения.

При отсутствии тока магнетрона заменить магнетрон.

В случае когда ток магнетрона превышает допустимую величину, проверить установку магнетрона согласно указаниям ИЭ.

Магнетрон подвергнуть тренировке, если наблюдаются броски тока.

2.8.5. Генерируемая частота магнетронного генератора должна соответствовать величине, указанной в Формуляре.

Измерение частоты проводить по методике, изложенной в п. 2.7.5.

В случае когда частота генератора, выполненного на неперестраиваемом магнетроне, не соответствует требуемой величине, заменить магнетрон.

Генератор, выполненный на перестраиваемом магнетроне, настроить на требуемую частоту, изменяя положение органа перестройки частоты магнетрона.

2.8.6. Длительность огибающей высокочастотного импульса, измеренная на требуемом уровне, должна соответствовать величине, указанной в Формуляре или ИЭ.

Проверять по методике, изложенной в п. 2.7.4.

При стабильной работе магнетрона очертания импульса на экране осциллографа четкие без размытостей и двоений вершины (рис. 58, *а*).

Если длительность огибающей высокочастотного импульса не соответствует требуемой величине, проверить длительность модулирующего импульса.

В случае когда на экране осциллографа наблюдается двоение или размытость вершины импульса (рис. 58, *б* и 58, *в*), магнетрон работает нестабильно.

Причинами могут быть нарушения согласования магнетрона с нагрузкой, неправильное соединение элементов СВЧ тракта, искажение формы модулирующего импульса. Для согласования магнетрона с нагрузкой настроить фазовый трансформатор (фазорегулирующую секцию) тракта СВЧ.

Если на экране осциллографа наблюдаются импульсы, форма которых изображена на рис. 58, *в* и 58, *г*, а все элементы тракта СВЧ и модулятор исправны, заменить магнетрон.

2.8.7. Импульсная мощность на выходе передающего устройства должна соответствовать величине, указанной в Формуляре.

Проверять по методике, изложенной в п. 2.7.6.

Если мощность не соответствует требуемой величине, заменить магнетрон.

2.9. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С УСИЛИТЕЛЯМИ НА ЛАМПАХ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

Общие сведения

2.9.1. Структурная схема передающего устройства приведена на рис. 59.

Возбудитель генерирует непрерывные высокочастотные колебания и задает частоту передающего устройства.

Сигнал возбудителя, усиленный предварительными каскадами усиления, подается на оконечный каскад усиления.

В оконечном каскаде происходит модуляция сигнала импульсами модулятора. Каскады на ЛБВ используются в качестве усилителей мощности. Количество каскадов усиления на ЛБВ определяется выходной мощностью передающего устройства.

Лампа бегущей волны в сочетании с арматурой составляет законченную конструкцию СВЧ усилителя на ЛБВ (рис. 60).

Арматура ЛБВ состоит из входного *1* и выходного *3* устройств, фокусирующей системы, центрирующего устройства и элементов подстройки.

На входное устройство *1* ЛБВ подается высокочастотный сигнал, подлежащий усилению, а с выходного устройства *3* усиленный сигнал подается во внешний высокочастотный тракт. Входное и выходное устройства выполняются в виде отрезков волноводов или отрезков коаксиальных линий.

Фокусирующее устройство *2* в усилителях большой мощности представляет собой соленоид. В усилителях малой и средней мощ-

ности используется периодическая магнитная фокусировка, представляющая собой систему из магнитных колец, разделенных металлическими шайбами, имеющими высокую магнитную проницаемость.

Центрирующее (юстирующее) устройство *4* состоит из кольца с радиально расположенными винтами, в которых крепится ЛБВ, оно позволяет перемещать ЛБВ относительно продольной оси фокусирующей системы.

Для передачи высокочастотного сигнала через усилитель на ЛБВ с минимальными потерями служат элементы подстройки.

В качестве таких элементов часто применяются отрезки волноводов *5* с закорачивающими поршнями *6*.

Перемещение поршней производят вручную с помощью штоков, соединенных с поршнем.

Проверяемые технические требования

2.9.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

— амплитуда, длительность, форма, частота следования импульсов и другие параметры, характерные для схемы модулятора (подразд. 2.4—2.6);

— мощность сигнала на выходе возбудителя;

— напряжение накала и смещения каскадов усиления;

— напряжение на аноде и коллекторе ЛБВ;

— ток спирали и ток коллектора ЛБВ;

— мощность на выходе передающего устройства.

Проверка технических требований

2.9.3. Мощность сигнала на выходе возбудителя должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО. Проверять мощность сигнала измерителем малой мощности на выходе возбудителя.

Если мощность сигнала возбудителя не соответствует требуемой величине, проверить режимы питания каскадов, настроить возбудитель. Настройка возбудителя изложена на примере схемы рис. 61.

Поочередно вращая сердечники катушек индуктивности L1, L2, L3, добиться максимальной величины мощности на выходе возбудителя. В случае когда эта настройка не приводит к должному результату, проверить лампы Л1—Л3.

2.9.4. Напряжение накала и напряжение смещения ЛБВ, напряжение на анодах и коллекторах должны соответствовать требуемой величине, указанной в паспорте на ЛБВ или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— включить передающее устройство;

— измерить напряжение накала и смещения вольтметром на контрольных гнездах передающего устройства или на выходе блоков питания, напряжение анодов и коллекторов контролировать по встроенным приборам.

Если напряжения не соответствуют требуемой величине или отсутствуют, отрегулировать источники питания, проверить цепи подачи напряжений.

2.9.5. Ток спирали и ток коллектора ЛБВ должны соответствовать величине, указанной в Паспорте на ЛБВ или ИЭ.

Ток спирали и ток коллектора ЛБВ контролировать по встроенным приборам.

Если ток коллектора не соответствует требуемой величине, провести следующую регулировку:

— установить регулировками требуемое напряжение смещения на ЛБВ;

— вращая юстировочные винты арматуры ЛБВ, установить корпус ЛБВ в положение, при котором ток спирали имеет минимальную величину;

— постепенно уменьшая напряжение смещения лампы и производя дополнительную юстировку, довести ток коллектора (по встроенному прибору) до величины, указанной в ИЭ. При этом ток спирали не должен превышать требуемой величины.

Если ток коллектора не удается установить описанной регулировкой, заменить ЛБВ.

Если ток спирали больше допустимого значения и юстировка лампы не дает результата, проверить напряжение на соленоиде арматуры, увеличить это напряжение (в пределах допустимого значения).

В случае когда эта регулировка не приводит к изменению величины тока спирали, заменить ЛБВ.

После замены ЛБВ произвести запись тока спирали и тока коллектора на шильдике, расположенном на арматуре ЛБВ.

2.9.6. Мощность высокочастотных импульсов на выходе усилителя должна соответствовать величине, указанной в Формуляре или в ИЭ.

Мощность на выходе усилителя измерять встроенным прибором передающего устройства или измерителем мощности, подключенным к разъему контроля мощности.

Если мощность сигнала на выходе усилителя не соответствует требуемой величине, проверить режимы работы каскадов на ЛБВ, и, перемещая закорачивающие поршни *6* (рис. 60) арматуры каждой ЛБВ, добиться необходимой выходной мощности.

В случае когда данная регулировка не приводит к должному результату, осмотреть элементы настройки (закорачивающие поршни *6* и волноводы *5*), заменить неисправные лампы бегущей волны.

Если пружинящие контакты закорачивающих поршней *6* неплотно прилегают к стенкам волновода *5*, восстановить контакт.

Дефекты, по которым волноводы подлежат ремонту, устранить согласно указаниям разд. 4.

2.10. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С УСИЛИТЕЛЯМИ НА АМПЛИТРОНАХ

Общие сведения

2.10.1. Структурная схема передающего устройства с последовательным соединением каскадов усиления мощности изображена на рис. 62.

Первый каскад усиления мощности на ЛБВ и возбудитель аналогичны описанным в п. 2.9.1 и выполняют те же функции.

С первого каскада усиления мощности на ЛБВ сигнал поступает на вход усилителя мощности на амплитроне. Для дальнейшего усиления сигнал поступает на последующий каскад, работающий на более высоком уровне входной мощности.

Величина мощности на выходе передающего устройства определяется количеством каскадов усилителей.

Для нормальной работы амплитрона модулирующий импульс на его катод подается позднее, чем импульс возбуждающей мощности на его высокочастотный вход.

Длительность импульса модулятора каждого последующего каскада усиления меньше длительности импульса модулятора предыдущего каскада усиления. Синхронизация всех модуляторов осуществляется блоком запуска. Блок запуска формирует импульсы запуска модуляторов всех каскадов с соответствующей временной расстановкой, обеспечивающей устойчивую работу передающего устройства.

Блок запуска имеет регулируемый элемент в каждом канале запуска, с помощью которого можно изменить положение выходных импульсов во времени. Импульс запуска модулятора оконечного каскада усиления выдается раньше, чем импульс запуска модулятора предыдущего каскада.

Между усилительными каскадами установлены ферритовые вентили. Они незначительно ослабляют высокочастотные колебания, распространяющиеся в прямом направлении, и практически полностью поглощают энергию колебаний, распространяющихся в обратном направлении (отраженный сигнал).

Ферритовые вентили обеспечивают высокий КСВ нагрузки каждого из усилительных приборов и надежную электрическую развязку каскадов и устраняют возможность самовозбуждения. Регулировка ферритового вентиля осуществляется перемещением магнитного шунта, изменяющего величину напряженности магнитного поля.

Устройство контроля предназначено для измерения мощности на выходе передающего устройства и на выходах отдельных каскадов, коэффициента стоячей волны (КСВ) на выходах всех каскадов усиления, огибающих высокочастотных импульсов и их расстановки по времени.

Проверяемые технические требования

2.10.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— напряженность магнитного поля магнитной системы амплитрона (п. 2.8.3);

— амплитуда, длительность, форма и частота следования импульсов подмодулятора (подразд. 2.2);

— амплитуда, длительность, форма, частота следования импульсов модулятора и другие параметры, характерные для схемы (подразд. 2.4—2.6);

— мощность сигнала на выходе возбудителя (п. 2.9.3);

— форма и длительность огибающей высокочастотных импульсов каждого каскада усиления;

— расстановка импульсов на выходе каскадов усиления;

— мощность сигнала на выходе каждого каскада усиления;

— КСВ каждого каскада усиления.

Проверка технических требований

2.10.3. Форма огибающей высокочастотного импульса и длительность импульса на выходе каждого усилителя мощности должны соответствовать требованиям Формуляра.

Проверять в следующем порядке:

— включить передающее устройство;

— подключить осциллограф к гнезду контроля импульсов первого усилителя мощности на амплитроне. Осциллограф засинхронизировать импульсами запуска подмодулятора проверяемого усилителя мощности;

— проверить форму огибающей высокочастотного импульса и длительность импульса.

При нормальном режиме работы форма огибающей высокочастотного импульса должна соответствовать рис. 63, *а*.

Если наблюдается форма огибающей импульса, как на рис. 63, *б* (разрыв вершины), то режим работы усилителя на границе срыва усиления.

При срыве режима усиления форма огибающей импульса соответствует рис. 63, *в*.

В двух последних случаях проверить расстановку импульсов на выходе усилителей (п. 2.10.4).

В случае когда предыдущая проверка с настройкой не дает должного результата, заменить неисправный амплитрон.

Если длительность огибающей импульса не соответствует требуемой величине, проверить длительность импульсов на выходе модулятора проверяемого каскада.

2.10.4. Расстановка импульсов огибающей высокочастотных колебаний на выходе каскадов усиления должна быть такой, чтобы импульс на выходе последующего каскада усиления «вписывался» в импульс предыдущего каскада усиления, как показано на рис. 64.

Проверять в следующем порядке:

— проверить требования п. 2.10.3;

— получить на экране осциллографа, подключенного к разъему контроля выходных импульсов первого каскада усиления, изображение импульса;

— отметить на экране осциллографа положение вершины импульса на выходе первого усилителя мощности на ЛБВ, измерить длительность импульса;

— подключить осциллограф к гнезду контроля выходных импульсов второго каскада усиления;

— отметить на экране осциллографа положение вершины импульса на выходе второго каскада усиления и измерить длительность;

— построить изображение измеренных импульсов на бумаге, учитывая относительное расположение их на экране осциллографа, и убедиться, что выходной импульс второго усилителя мощности «вписывается» в выходной импульс первого усилителя мощности.

Аналогичные измерения провести и с последующими каскадами усилителя мощности (если применяется многокаскадная схема усилителя на амплитронах).

Если импульс последующего каскада не «вписывается» в импульс предыдущего, проверить длительность модулирующих импульсов на выходе модулятора каждого каскада усиления. Длительность импульса на выходе модулятора предыдущего каскада усиления должна быть больше длительности импульса модулятора последующего каскада усиления.

В случае когда импульс последующего каскада усиления сдвинут в ту или иную сторону относительно импульса предыдущего каскада, установить требуемое положение импульсов, изменяя задержку запускающих импульсов модуляторов в блоке запуска.

2.10.5. Мощность на выходе каждого усилителя мощности на амплитроне должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Мощность измерять (начиная с первого каскада) встроенным прибором устройства контроля каждого усилителя мощности.

Если мощность усилительного каскада не соответствует требуемой величине, заменить амплитрон проверяемого каскада.

2.10.6. Коэффициент стоячей волны (КСВ) каждого каскада усиления должен соответствовать величине, указанной в ИЭ или Формуляре.

Измерение КСВ каждого каскада проводить по встроенным приборам схемы контроля.

Если величина КСВ каскада не соответствует требуемой, то, изменяя величину зазора между шунтом *2* (рис. 65) и полюсными наконечниками *5* ферритового вентиля, добиться требуемой величины КСВ.

При значительном увеличении КСВ проверить соединение элементов высокочастотного тракта.

3. ПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены указания по ремонту приемных устройств супергетеродинного типа, работающих в диапазоне СВЧ.

При ремонте рекомендуется выполнять операции, указанные ниже.

3.1.1. Произвести частичную разборку, минимально необходимую для дефектации блоков, узлов и для замены неисправных элементов. Очистить шкафы, блоки, узлы от пыли пылесосом и кистью. Загрязненные места очистить ветошью, смоченной бензином. Промыть в керосине фильтры системы охлаждения.

3.1.2. Проверить внешним осмотром состояние монтажа шкафов, блоков, узлов. Выявить и заменить провода с поврежденной изоляцией. Очистить ветошью, смоченной спиртом, разъемы и контакты.

Выявить и заменить расколотые установочные детали и контактные гнезда, если они не подлежат склеиванию из-за высокой рабочей температуры или механической нагрузки.

3.1.3. Проверить на испытателе ламп приемо-усилительные лампы и заменить неисправные. Проверить омметром отсутствие коротких замыканий между электродами и целостность нити накала ЛБВ и клистронов. Если при дефектации установлена пригодность ЛБВ для дальнейшей эксплуатации, необходимо сохранить Паспорт на этот экземпляр ЛБВ и запись режима на шильдике.

Молочно-белый цвет газопоглотителя свидетельствует об ухудшении вакуума внутри лампы. Лампы с таким цветом газопоглотителя подлежат замене.

После удаления ЛБВ из арматуры проверить отсутствие осколков стекла в арматуре, которые могут заклинить юстировочное приспособление арматуры или повредить устанавливаемую ЛБВ.

3.1.4. Проверить мегомметром сопротивление изоляции токоведущих цепей, не связанных с полупроводниковыми приборами и низковольтными конденсаторами. В цепях, сопротивление которых ниже установленной нормы, проверить внешним осмотром от-

сутствие обугливания и повреждения изоляции проводов, изоляторов разъемов и установочных деталей.

Допускается зачистка подгаров до полного удаления обугливщегося материала изолятора с последующим покрытием изоляционным лаком.

3.1.5. Проверить систему охлаждения приемного устройства и ЛБВ.

Осмотреть и отремонтировать неисправные воздуховоды. Установить после промывки сетчатые фильтры. При необходимости разобрать электродвигатели вентиляторов, заменить подшипники с биениями, превышающими установленную норму.

После промывки и смазки подшипников собрать электродвигатели и установить их на место. Разборку и сборку вентиляторов производить в соответствии с требованиями ИЭ.

3.1.6. Проверить исправность и срок действия последней поверки поверочными органами встроенных контрольно-измерительных приборов. Неисправные измерительные приборы, не подлежащие среднему ремонту, заменить.

Приборы, у которых срок действия поверки истек, направить в поверочные органы.

3.1.7. Проверить съемные блоки приемного устройства на соответствие техническим требованиям.

Рекомендуется соблюдать такую последовательность проверки блоков, в которой изложено описание ремонта составных частей приемного устройства в настоящем разделе.

Блоки приемного устройства проверять и настраивать в экранированном помещении, требования к которому изложены в приложении 3 или в самом ремонтируемом изделии.

3.1.8. Собрать приемное устройство.

Установить на свои места все отремонтированные и проверенные узлы и детали. Подсоединить все провода и кабели.

При сборке высокочастотной части приемного устройства, выполненной на волноводах, фланцы должны плотно прилегать друг к другу, создавая надежный гальванический контакт.

Проверить надежность крепления узлов. Обратить внимание на шплинтовку болтов, гаек, осей и окраску винтов и гаек, предохраняющую их от самораскручивания.

После сборки произвести комплексную настройку и проверку технических характеристик приемного устройства в соответствии с указаниями настоящего раздела.

3.2. ВИДЕОУСИЛИТЕЛИ

Общие сведения

3.2.1. Для усиления импульсов малой длительности в приемных устройствах применяются видеоусилители на сопротивлениях с простой или сложной схемой коррекции, расширяющей полосу пропускания в сторону высоких частот.

Коэффициент усиления каскада такого усилителя обычно не превышает 10—15. Поэтому для обеспечения нормальной работы индикаторного устройства видеоусилитель содержит от одного до трех каскадов.

Проверяемые технические требования

3.2.2. Проверке подлежат следующие технические требования:
— переходная характеристика;
— полоса пропускания;
— коэффициент усиления;
— максимальное значение напряжения сигнала на выходе видеоусилителя.

Проверка технических требований

3.2.3. Переходная характеристика видеоусилителя (форма выходного напряжения видеоусилителя, на вход которого поступают прямоугольные импульсы) должна соответствовать указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— подать на вход видеоусилителя от генератора импульсов прямоугольные импульсы такой амплитуды и длительности, какие поступают на вход видеоусилителя с нагрузки детектора в номинальном режиме работы приемного устройства;

— выход видеоусилителя нагрузить на эквивалент нагрузки (обычно это резисторы типа МЛТ сопротивлением 50 или 75 *ом*) и параллельно нагрузке подключить осциллограф;

— измерить осциллографом амплитуду импульсов и временные интервалы, указанные на рис. 66;

— сравнить результаты измерения с данными, приведенными в ИЭ на осциллограммах импульсов видеоусилителя.

Если длительность переднего фронта ($\tau_{ф_1}$), длительность заднего фронта ($\tau_{ф_2}$) или спад плоской части импульса (Δ) у проверяемого видеоусилителя не соответствуют величинам, указанным на осциллограммах в ИЭ, необходимо проверить элементы корректирующих цепей на соответствие величинам, указанным в принципиальных схемах.

На рис. 67 приведена принципиальная электрическая схема видеоусилителя с простой схемой коррекции. На этой схеме индуктивность L, сопротивление R_a, сумма емкостей лампы и монтажа образуют параллельный колебательный контур.

Сопротивление параллельного контура при резонансе наибольшее, а усиление каскада прямо пропорционально сопротивлению нагрузки (контура). Следовательно, увеличение усиления на высоких частотах, а значит, и расширение полосы пропускания в сторону более высоких частот в такой схеме определяются величи-

нами сопротивления анодной нагрузки R_a, индуктивности L и емкости монтажа.

При уменьшении сопротивления анодной нагрузки R_a усиление в области высоких частот увеличивается, а на средних частотах уменьшается. Следовательно, неравномерность усиления в полосе пропускания при уменьшении R_a увеличивается.

При увеличении индуктивности L на переходной характеристике наблюдаются «выбросы», т. е. в период установления возникают напряжения на выходе, превосходящие установившееся значение. Допустимая величина «выброса» обычно ограничивается 1—4% от установившегося значения напряжения.

На рис. 68 приведена схема видеоусилителя со сложной схемой коррекции.

В таком видеоусилителе увеличение емкости C1 за счет изменения емкости монтажа сужает полосу пропускания. Увеличение сопротивления $2R_a$ вызывает подъем усиления в области средних частот. Уменьшение емкости C2 и увеличение индуктивности L расширяют полосу пропускания видеоусилителя в сторону высоких частот, а увеличение индуктивности L/2 сужает полосу пропускания видеоусилителя.

На рис. 69 приведена принципиальная электрическая схема видеоусилителя со сложной схемой коррекции, в которой достигается расширение полосы пропускания в 2,4 раза по сравнению с видеоусилителем без коррекции.

В такой схеме расширить полосу пропускания частот видеоусилителя можно уменьшением индуктивностей L1 и L2, а также уменьшением емкости C1 и C2. Эта схема видеоусилителя зависит от изменения параметров схемы и ламп.

3.2.4. Полоса пропускания видеоусилителя должна соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— подключить к входу усилителя генератор сигналов и установить минимальную частоту сигнала, если нижняя граничная частота не определяется при измерении полосы пропускания, а принимается равной нулю;

— подключить к выходу видеоусилителя согласующую нагрузку (резистор типа МЛТ сопротивлением 50 или 75 *ом*) и ламповый вольтметр;

— установить на генераторе сигналов частоту, соответствующую средней частоте полосы пропускания видеоусилителя;

— установить амплитуду напряжения на выходе генератора меньше величины, соответствующей порогу ограничения видеоусилителя в 2 раза, заметить показания вольтметра, подключенного к выходу видеоусилителя, и напряжение на выходе генератора;

— увеличить напряжение на выходе генератора в 1,4 раза и, изменяя частоту генератора в сторону увеличения, определить при этом значении напряжения верхнюю граничную частоту, при которой напряжение на выходе видеоусилителя вновь будет соответствовать ранее установленному.

Ширина полосы пропускания будет численно равна верхней граничной частоте.

3.2.5. Коэффициент усиления должен соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять на средней частоте видеоусилителя в такой последовательности:

— подключить генератор сигналов к входу видеоусилителя;

— подключить к выходу видеоусилителя согласующую нагрузку и ламповый вольтметр;

— установить частоту генератора, соответствующую средней частоте полосы пропускания видеоусилителя, определяемой по формуле

$$F_{ср} = \frac{\Delta F}{2},$$

где ΔF — полоса пропускания видеоусилителя;

— установить напряжение на выходе генератора сигналов, соответствующее порогу ограничения видеоусилителя, а затем уменьшить в 2 раза и при этом напряжении ($U_{вх}$) измерить напряжение на выходе видеоусилителя ($U_{вых}$);

— определить коэффициент усиления видеоусилителя по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}.$$

Если коэффициент усиления меньше указанного в ИЭ или ТО, то следует проверить режимы работы каскадов видеоусилителя по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные детали и заменить их.

3.2.6. Максимальная амплитуда напряжения на выходе видеоусилителя должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— подать на вход видеоусилителя от генератора импульсов импульсы, полярность, частота следования и длительность которых соответствуют принимаемым сигналам приемного устройства;

— подключить к выходу видеоусилителя эквивалент нагрузки и осциллограф;

— увеличить амплитуду импульсов на выходе генератора до получения на выходе видеоусилителя максимальной амплитуды импульсов и измерить амплитуду напряжения импульсов осциллографом.

Если максимальная амплитуда напряжения видеоусилителя не соответствует указанной в ИЭ, следует проверить по таблицам сопротивлений и напряжений режим работы оконечного каскада, выявить неисправные детали и заменить их.

3.3. УСИЛИТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

Общие сведения

3.3.1. В зависимости от требований, предъявляемых к полосе пропускания усилителя промежуточной частоты (УПЧ), в приемных устройствах применяются УПЧ трех типов:

— с одноконтурными каскадами, настроенными на промежуточную частоту $f_{пр}$;

— с одноконтурными взаимно расстроенными каскадами;

— с двумя связанными контурами в каждом каскаде, настроенными на частоту $f_{пр}$.

В приемных устройствах, удаленных от антенн, с целью повышения отношения сигнала к шуму УПЧ конструктивно разделен на две части: предварительный (ПУПЧ) и главный (УПЧ) усилители. ПУПЧ размещается вместе с высокочастотной частью приемного устройства. При ремонте такого усилителя соединение ПУПЧ с УПЧ должно производиться штатным кабелем, имеющим определенную длину, при которой достигается согласование.

Проверяемые технические требования

3.3.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— коэффициент усиления;

— полоса пропускания;

— пределы ручной регулировки усиления.

Проверка технических требований

3.3.3. Коэффициент усиления должен соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять на резонансной частоте в следующем порядке:

— подключить генератор сигналов через переходное согласующее устройство (эквивалент смесителя) к входу УПЧ;

— установить ручной регулировкой усиления уровень собственных шумов усилителя 0,1 *в*, если нет других указаний в ИЭ;

— включить генератор сигналов и после прогрева установить амплитуду сигнала резонансной (промежуточной) частоты, при которой напряжение на выходе УПЧ, измеряемое ламповым вольтметром, обеспечит номинальный режим работы видеодетектора (1—2 *в*);

— определить коэффициент усиления УПЧ на резонансной частоте по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}},$$

где $U_{вых}$ — напряжение на выходе УПЧ;
$U_{вх}$ — напряжение на входе УПЧ.

Если коэффициент усиления УПЧ меньше гребуемого, следует проверить режимы работы каскадов УПЧ по таблицам напряжений и сопротивлений. Выявить неисправные детали и заменить их. При этом необходимо сохранить неизменным положения деталей и элементов монтажа.

3.3.4. Полоса пропускания УПЧ должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Полосу пропускания проверять в следующем порядке:

— подключить генератор сигналов через переходное согласующее устройство (эквивалент смесителя) к входу УПЧ;

— установить переключатель встроенного контрольно-измерительного прибора приемного устройства в положение, соответствующее измерению тока видеодетектора, или подключить к нагрузке видеодетектора ламповый вольтметр;

— установить ручной регулировкой усиления такое усиление УПЧ, при котором напряжение шумов на нагрузке детектора будет равно 0,1 *в*, если нет других указаний в ИЭ;

— включить генератор стандартных сигналов и после его прогрева установить частоту, равную промежуточной, такой амплитуды, при которой напряжение на нагрузке детектора ($U_{вых}$) будет соответствовать номинальному режиму работы детектора;

— проверить неизменность показаний вольтметра, подключенного к нагрузке видеодетектора, при изменении частоты генератора на 2—5% относительно промежуточной частоты, если показания вольтметра изменятся, определить среднюю частоту и указанные выше напряжения на входе и выходе УПЧ установить при средней частоте УПЧ;

— определить граничные частоты $F_н$ и $F_в$, изменяя частоту генератора в сторону уменьшения, а затем в сторону увеличения до таких величин, при которых при неизменном напряжении на входе УПЧ напряжение на нагрузке детектора станет равным $0{,}7U_{вых}$;

— определить полосу пропускания УПЧ по формуле

$$\Delta F = F_в - F_н.$$

Если полоса пропускания будет меньше указанной в ТО или Формуляре, следует заменить лампы и вновь проверить ширину полосы пропускания. Если замены ламп для расширения полосы пропускания окажется недостаточно, следует внимательно осмотреть состояние монтажа и индуктивностей контуров. Определить изменение монтажа при эксплуатации по перепайкам и сравнением с другим таким же УПЧ и правильно восстановить монтаж.

Настройку контуров с целью расширения полосы пропускания производить только в крайних случаях. Решение о настройке УПЧ с одноконтурными взаимно расстроенными каскадами может быть принято при условии, если в эксплуатационной или ремонтной документации указаны частоты для настройки каждого контура.

3.3.5. Пределы ручной регулировки усиления должны соответствовать указанным в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— установить ручной регулировкой усиления максимальное усиление УПЧ;

— измерить вольтметром, подключенным к нагрузке детектора, напряжение шумов УПЧ и заметить показания вольтметра;

— подать от генератора сигналов в режиме непрерывной генерации сигнал резонансной частоты;

— установить амплитуду напряжения на входе УПЧ (U_1) такой величины, при которой напряжение на нагрузке детектора увеличится на 25% относительно напряжения шумов;

— установить ручной регулировкой усиления минимальное усиление УПЧ;

— установить напряжение на входе УПЧ (U_2), при котором показание вольтметра, подключенного к нагрузке детектора, останется неизменным;

— определить пределы ручной регулировки усиления (коэффициент регулировки усиления) по формуле

$$K_р = \frac{U_2}{U_1}.$$

Если пределы ручной регулировки усиления меньше указанных в ИЭ, следует проверить режим работы регулируемых каскадов УПЧ по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные детали и заменить их.

Настройка УПЧ

При настройке УПЧ приборы подключать через переходные согласующие устройства, как указано в разд. 1 настоящего Руководства.

При измерении напряжений и сопротивлений каскадов УПЧ нельзя изменять положение проводов и деталей (резисторов, конденсаторов, дросселей), например, отгибать или сдвигать их в сторону, так как в этом случае изменится емкость монтажа и внесется расстройка. Чем выше промежуточная частота, тем большее значение имеет это указание.

Настройка УПЧ с одиночными контурами, настроенными на одну частоту

3.3.6. Усилитель настраивать в следующем порядке:

— подключить ламповый вольтметр к нагрузке детектора;

— подключить генератор сигналов к входу настраиваемого каскада и установить промежуточную частоту;

— настроить контур каскада, добиваясь максимального показания лампового вольтметра, изменением положения сердечника катушки индуктивности контура.

Если в приемном устройстве предусмотрена ручная регулировка усиления, окончательную подстройку контуров производить при

минимальном сигнале на входе УПЧ и максимальном усилении УПЧ. Это необходимо потому, что изменение усиления вызывает изменение междуэлектродных емкостей и внутренних сопротивлений ламп. Поэтому точная настройка контуров при минимальном сигнале и максимальном усилении УПЧ приближает условия настройки к наиболее тяжелым условиям работы приемного устройства, когда сигнал на входе очень слабый.

Настройка УПЧ с одноконтурными взаимно расстроенными каскадами

3.3.7. Вариант схемы УПЧ с расстроенными парами контуров, с обозначением точек подключения измерительных приборов при настройке приведен на рис. 69.

Усилитель рекомендуется настраивать в следующем порядке:

— подключить через переходное согласующее устройство к входу настраиваемого каскада генератор сигналов, а к выходу последующего каскада ламповый вольтметр;

— зашунтировать контур последующего каскада, настроенный на другую частоту, резистором сопротивлением 2—3 *ком*;

— установить на генераторе сигналов такую частоту, на которую настраивается контур;

— изменяя индуктивность контура или емкость подстроечного конденсатора, настроить контур в резонанс по максимальному показанию вольтметра.

Подключение лампового вольтметра к выходу последующего каскада позволяет избежать расстройки контура проверяемого каскада после отключения вольтметра.

Настройка УПЧ с двумя связанными контурами

3.3.8. Обычно конструкция контурных катушек УПЧ не позволяет регулировать связь между контурами.

Настройка отдельного каскада достигается подстройкой индуктивностей анодного и сеточного контуров. На рис. 70 приведен вариант УПЧ с двумя связанными контурами (полосовыми фильтрами). Рекомендуется настраивать каскады такого УПЧ в следующем порядке:

— подключить через переходное согласующее устройство генератор сигналов к входу настраиваемого каскада;

— подключить к нагрузке детектора или к выходу видеоусилителя ламповый вольтметр;

— установить амплитуду модулированного сигнала промежуточной частоты такой, чтобы на выходе детектора или видеоусилителя амплитуда сигнала не превышала рабочего значения;

— настроить сначала анодный контур, а затем сеточный изменением индуктивности контурных катушек или емкости подстроечного конденсатора по максимальному показанию вольтметра.

Первый каскад настраивается с эквивалентом смесителя.

Если при настройке отдельных каскадов снималось днище линейки УПЧ, окончательную подстройку производить при закрытом днище, когда сигнал на вход УПЧ подается через эквивалент смесителя.

3.4. УСИЛИТЕЛИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Общие сведения

3.4.1. В приемных устройствах метрового и дециметрового диапазона волн для усиления сигналов по высокой частоте применяются резонансные усилители на пентодах или маячковых лампах.

Ремонт таких усилителей заключается в проверке режимов работы ламп по таблицам напряжений и сопротивлений, выявлении неисправных деталей и их замене.

В приемных устройствах сантиметрового диапазона применяются усилители высокой частоты на ЛБВ.

Проверяемые технические требования усилителей высокой частоты сантиметрового диапазона на ЛБВ

3.4.2. Проверке подлежат следующие технические требования:
— сопротивление фокусирующей системы;
— сопротивление изоляции фокусирующей системы;
— плавность хода подвижных частей арматуры ЛБВ;
— коэффициент усиления.

Проверка технических требований усилителей высокой частоты на ЛБВ

3.4.3. Сопротивление фокусирующей системы (соленоида) должно соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять в «холодном» состоянии соленоида омметром, имеющим точность измерения не хуже ±5%.

3.4.4. Сопротивление изоляции фокусирующей системы должно быть не менее 10 *Мом*.

Проверять мегомметром на 500 *в*.

3.4.5. Подвижные части арматуры ЛБВ должны иметь плавный ход и обеспечивать юстировку ЛБВ в арматуре. Проверять вращением юстировочных устройств от руки и установкой в арматуру ЛБВ, непригодных для работы в приемном устройстве, но не имеющих внешних повреждений.

3.4.6. Коэффициент усиления проверять у ЛБВ, работающих в промежуточных каскадах многокаскадных усилителей СВЧ.

Величина коэффициента усиления должна быть не менее указанной в ИЭ и Паспорте на ЛБВ.

Проверять в следующем порядке:

— подать от генератора стандартных сигналов сигнал соответствующей частоты на измеритель малой мощности, затем установить уровень мощности сигнала, соответствующий номинальному режиму работы проверяемого усилителя, и зафиксировать показания измерителя мощности и показания аттенюатора генератора стандартных сигналов;

— уменьшить мощность сигнала на выходе генератора стандартных сигналов не менее чем на 60 *дб* и подключить вход усилителя на ЛБВ к выходу генератора стандартных сигналов, а к выходу усилителя подключить измеритель малой мощности;

— увеличить аттенюатором мощность сигнала на выходе генератора до такой величины, при которой показания измерителя малой мощности будут соответствовать первому измерению;

— определить разность между показаниями аттенюатора, полученными при первом и втором измерениях, которая численно равна коэффициенту усиления ЛБВ в децибелах.

Коэффициент усиления измерять на частотах, указанных в ИЭ.

Если коэффициент усиления меньше указанного в Паспорте на ЛБВ, следует в соответствии с указаниями ИЭ проверить установку паспортных значений питающих напряжений и произвести юстировку ЛБВ.

Если коэффициент усиления меньше указанного в Паспорте или ИЭ при правильной юстировке ЛБВ и точной установке паспортных значений питающих напряжений, следует заменить ЛБВ.

Настройка ЛБВ

3.4.7. В отличие от других электровакуумных приборов параметры ЛБВ в большей степени зависят от электрического режима питания. В связи с этим каждый экземпляр ЛБВ имеет свой индивидуальный Паспорт, согласно которому устанавливается напряжение каждого электрода. Отклонение от этого оптимального режима может привести к ухудшению основных высокочастотных параметров ЛБВ или к выходу ее из строя.

Коэффициент усиления ЛБВ определяется величиной тока луча и напряжением замедляющей системы (спирали). Имеется только одно значение напряжения спирали, при котором усиление ЛБВ максимально. Изменение этого напряжения (например, на 3—5% от оптимального значения) приводит к уменьшению коэффициента усиления ЛБВ на 3—7 *дб*.

Другим параметром, величина которого существенно зависит от напряжений электродов, является коэффициент шума ЛБВ.

Минимальный коэффициент шума ЛБВ достигается экспериментальным подбором режима работы ЛБВ на заводе-изготовителе. Этот же режим указывается в Паспорте, его необходимо устанавливать при ремонте и эксплуатации.

Значения напряжений спирали, соответствующих максимальному усилению и минимальному коэффициенту шума, почти совпа-

дают, поэтому в приемных устройствах, не имеющих системы встроенного контроля, напряжение спирали следует устанавливать по максимальному усилению ЛБВ. Если приемное устройство имеет встроенный контроль коэффициента шума, напряжение спирали ЛБВ следует устанавливать по минимальному коэффициенту шума.

Долговечность ЛБВ зависит не только от качества изготовления, но и от правильности их эксплуатации.

Перед подачей питающих напряжений на электроды ЛБВ при ремонте приемного устройства на рабочем месте (в мастерской) органы регулировки питающих напряжений необходимо установить в положение, обеспечивающее подачу минимальных напряжений на спираль, аноды и управляющий электрод. Паспортные значения напряжения следует вначале установить на коллекторе, затем на спирали, на анодах (первом, втором и т. д.) и на управляющем электроде. По мере установки паспортных значений напряжений начнет появляться ток коллектора и ток спирали. Для того чтобы не допустить значительного тока спирали, по мере установки питающих напряжений необходимо произвести юстировку непакетированных ЛБВ в магнитном поле с помощью юстировочных приспособлений.

После установки питающих напряжений, указанных в Паспорте, зафиксировать юстировочные приспособления.

Первоначально ЛБВ настроить по максимальному току второго детектора приемного устройства изменением в небольших пределах напряжения спирали. Затем установить напряжение на спирали, соответствующее минимальному значению коэффициента шума, используя систему встроенного контроля.

После настройки ЛБВ записать значение токов коллектора и спирали на специальной табличке шильдика, а коэффициент шума приемного устройства в формуляр ремонтируемого изделия.

3.5. ГЕТЕРОДИНЫ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Структурная схема гетеродина с кварцевой стабилизацией частоты приведена на рис. 71.

Проверяемые технические требования

3.5.1. Проверке подлежат следующие технические требования:

— напряжения на катодах ламп первого и второго каскадов умножения;

— токи ламп третьего и четвертого каскадов умножения.

Проверка технических требований

3.5.2. Напряжения на катодах ламп первого и второго каскадов умножения частоты относительно корпуса должны соответствовать указанным в ИЭ или ТО.

Проверять вольтметром постоянного тока класса точности не хуже 1,5 (вначале на катоде первого каскада умножителя, затем на катоде второго каскада).

Если напряжение не соответствует указанному в ИЭ, следует настроить сердечником катушки индуктивности анодный контур каскада в резонанс на частоту f_3 по максимальному показанию вольтметра.

3.5.3. Токи ламп третьего и четвертого каскадов умножения частоты должны соответствовать указанным в ИЭ.

Проверять встроенным контрольно-измерительным прибором приемного устройства, установив переключатель прибора в положение, соответствующее измерению токов в катодных цепях ламп.

Если токи ламп третьего и четвертого каскадов не соответствуют указанным в ИЭ при номинальных напряжениях на катодах ламп первого и второго каскадов умножителей, следует настроить контуры третьего и четвертого каскадов умножения частоты в резонанс на частоты f_4 и $f_{гет}$ соответственно по максимальным показаниям контрольно-измерительного прибора.

Если настройкой контуров не удается достичь установленной величины токов, следует заменить лампы третьего и четвертого каскадов.

3.6. ГЕТЕРОДИНЫ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

В приемных устройствах сантиметрового диапазона при большом относительном уходе частоты передающего устройства применяются гетеродины на отражательных клистронах с автоматической подстройкой частоты.

Проверяемые технические требования

3.6.1. Проверке подлежат следующие технические требования:
— диапазон настройки;
— выходная мощность;
— диапазон электронной перестройки частоты.

Проверка технических требований

3.6.2. Диапазон настройки клистронного гетеродина должен соответствовать указанному в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:
— подключить к контрольному выходу гетеродина частотомер;
— вращая регулировочные винты резонатора клистрона, измерить частотомером минимальную и максимальную частоты настройки резонатора клистрона и определить диапазон настройки клистронного гетеродина как разность этих частот.

Если диапазон настройки не соответствует указанному в ИЭ, необходимо проверить правильность сборки резонатора и исправность регулировочных винтов.

3.6.3. Мощность гетеродина должна соответствовать указанной в ИЭ.

Проверять измерителем малой мощности, подключенным к контрольному выходу гетеродина. Петлю связи контрольного выхода гетеродина установить в положение, соответствующее максимальной связи гетеродина с измерителем мощности. Мощность измерять на крайних частотах и на средней частоте рабочей зоны генерации.

Если регулировкой связи не удается добиться требуемой мощности, следует проверить исправность петли связи и правильность сборки резонатора.

3.6.4. Диапазон электронной перестройки частоты гетеродина проверять в следующем порядке:

— подключить измеритель малой мощности к контрольному выходу гетеродина;

— установить напряжение на отражателе, соответствующее максимальной мощности гетеродина в рабочей зоне генерации, указанной в Паспорте на клистрон;

— уменьшить напряжение на отражателе до получения по шкале измерителя мощности, мощности равной половине максимальной;

— отключить измеритель малой мощности и вместо него подключить частотомер;

— измерить волномером частоту гетеродина;

— отключить частотомер и вместо него вновь подключить измеритель мощности;

— проделать аналогичные измерения, увеличивая напряжение на отражателе;

— определить диапазон электронной перестройки по разности измеренных частот, соответствующих половинной мощности гетеродина.

Если диапазон электронной перестройки меньше указанного в ИЭ, следует заменить клистрон.

Настройка

3.6.5. Клистронный гетеродин настраивать при работе передающего и приемного устройств в следующем порядке:

— установить напряжение на отражателе клистрона, соответствующее максимальному току смесителя в рабочей зоне генерации, указанной в Паспорте на клистрон;

— подключить осциллограф к контрольному выходу гетеродина, при этом горизонтальную развертку синхронизировать пилообразным напряжением поиска схемы АПЧ;

— проверить по осциллографу форму зоны генерации клистрона при работе в режиме автопоиска частоты (удовлетворительная и неудовлетворительная формы зон генерации показаны на рис. 72);

— регулировками согласующих элементов добиться удовлетворительной зоны генерации;

— выключить напряжение поиска и настроить клистрон органами механической настройки и изменением напряжения на отражателе таким образом, чтобы рабочая частота клистрона соответствовала центру зоны генерации.

После настройки следует еще раз, наблюдая по осциллографу, убедиться в том, что форма зоны генерации не имеет недопустимых искажений.

Если у клистронов во время проверки и настройки наблюдаются медленные изменения выходной мощности, что обнаруживается по показаниям измерителя мощности или по одновременным изменениям токов смесителей сигналов и смесителей АПЧ, необходимо проверить:

— совпадение и плотность стяжки обеих половин резонатора;

— плотность прижима диафрагм клистрона к уступам резонатора;

— надежность контактов подстроечных винтов или плунжеров.

Замена клистронов при ремонте, кроме имеющих механические повреждения и обрыв нити накала, должна производиться в следующих случаях:

— ток клистрона не соответствует величине, указанной в Паспорте при номинальных напряжениях питания;

— одновременно снижаются токи смесителей сигналов и АПЧ и становятся меньше минимально допустимой величины (порядка 0,2 *ма*) и при замене детекторов требуемый ток смесителей (0,5—0,6 *ма*) не устанавливается;

— срывы генерации на крае рабочей области зоны генерации, которые определяются по переходу схемы АПЧ на краю полосы удержания в режим поиска;

— изменение мощности генерируемых клистроном колебаний более чем на 5%, а частоты — более чем на 2—3 *Мгц* при переходе из режима ручной регулировки частоты в режим автоматического управления частотой при условии точной настройки клистрона на номинальную частоту в режиме ручной регулировки.

3.7. СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ КЛИСТРОННОГО ГЕТЕРОДИНА

Структурная схема автоматической подстройки частоты приведена на рис. 73.

Проверяемые технические требования

3.7.1. Проверке подлежат следующие технические требования:

— коэффициент усиления усилителя АПЧ;

— полоса пропускания усилителя АПЧ;

— ток смесителя АПЧ;

— ширина дискриминационной кривой (Δf) дискриминатора;

— частотная несимметричность горбов характеристики дискриминатора;

— амплитудная неравномерность характеристики дискриминатора;

— смещение частоты нулевой точки характеристики дискриминатора от промежуточной частоты;

— коэффициент усиления усилителя регулирующего устройства;

— амплитуда и частота пилообразного напряжения на отражателе клистрона при работе регулирующего устройства в режиме поиска.

Проверка технических требований

3.7.2. Коэффициент усиления и полоса пропускания усилителя АПЧ должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ.

Проверку и настройку усилителей АПЧ производить в соответствии с указаниями пп. 3.3.3, 3.3.4.

3.7.3. Ток смесителя АПЧ должен соответствовать величине, указанной в ИЭ.

Проверять при совместной работе приемного и передающего устройств встроенным контрольно-измерительным прибором.

Если ток смесителя не соответствует указанному в ИЭ, необходимо регулировкой связи гетеродина со смесителем отрегулировать ток смесителя до нужной величины.

Если регулировкой связи не удается установить заданный ток смесителя, следует заменить детектор смесителя.

3.7.4. Параметры дискриминатора должны соответствовать указанным в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— подать на вход ограничительного каскада дискриминатора от генератора стандартных сигналов напряжение промежуточной частоты, величина которого меньше напряжения ограничения ограничительного каскада;

— подключить к выходу дискриминатора ламповый вольтметр постоянного тока;

— измерить напряжение на выходе дискриминатора, соответствующее промежуточной частоте;

— изменяя частоту генератора сигналов, определить частоту f_0, при которой напряжение на выходе дискриминатора U_0 будет равно нулю;

— увеличивая, а затем уменьшая частоту генератора стандартных сигналов относительно частоты f_0, определить частоты f_1 и f_2, при которых величина положительного (U_1) и отрицательного (U_2) напряжений на выходе дискриминатора будет максимальной.

Результаты измерений записать в табл. 3.

Определить параметры дискриминатора по формулам, приведенным в табл. 4, подставляя в них результаты измерений.

Таблица 3

Частота генератора сигналов		Напряжение на выходе дискриминатора	
обозначение	величина, *Мгц*	обозначение	величина, *в*
$f_{пр}$		$U_{пр}$	
f_0		U_0	
f_1		U_1	
f_2		U_2	

Таблица 4

Наименование параметра	Формула для определения
Ширина дискриминационной кривой Δf	$\Delta f = f_2 - f_1$
Частотная несимметричность характеристики дискриминатора δf	$\delta f = [(f_0 - f_1) - (f_2 - f_0)]$
Амплитудная неравномерность характеристики дискриминатора ΔU	$\Delta U = U_1 - U_2$
Смещение частоты нулевой точки характеристики дискриминатора от промежуточной $\delta f_{пр}$	$\delta f_{пр} = f_{пр} - f_0$

Если параметры дискриминатора не соответствуют указанным в ИЭ, следует по таблицам напряжений и сопротивлений проверить режим работы дискриминатора, выявить и заменить неисправные детали.

После замены неисправных деталей произвести проверку и настройку дискриминатора в соответствии с указаниями п. 3.7.7.

3.7.5. Коэффициент усиления усилителя регулирующего устройства должен соответствовать указанному в ИЭ. Проверять в следующем порядке:

— подать на вход усилителя от генератора импульсов импульсы отрицательной полярности, длительность и частота следования которых соответствует эхо-сигналам, принимаемым приемным устройством;

— установить амплитуду импульсов на выходе генератора такой, при которой нормально работает схема АПЧ;

— измерить осциллографом амплитуду импульсов на выходе усилителя и определить коэффициент усиления усилителя импульсов по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}},$$

где $U_{вых}$ — амплитуда импульсов на выходе усилителя;

$U_{вх}$ — амплитуда импульсов на входе усилителя.

Если коэффициент усиления меньше указанного в ИЭ, следует заменить лампу усилителя.

Если коэффициент усиления после замены лампы не соответствует указанному в ИЭ, следует проверить режим работы усилителя по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить неисправные детали и заменить их.

3.7.6. Амплитуда и частота пилообразного напряжения на отражателе клистрона при работе схемы АПЧ в режиме поиска должна соответствовать указанной в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— подключить осциллограф к контрольному гнезду ПИЛА приемного устройства;

— подключить к отражателю клистрона ламповый вольтметр или установить переключатель встроенного измерительного прибора приемного устройства в положение для измерения напряжения на отражателе клистрона и ручной регулировкой частоты установить напряжение на отражателе клистрона, указанное в ИЭ;

— установить переключатель схемы АПЧ в положение, соответствующее автоматической подстройке частоты, и измерить осциллографом амплитуду и частоту пилообразного напряжения (частоту пилообразного напряжения измерять осциллографом с помощью секундомера).

Если амплитуда пилообразного напряжения не соответствует указанной в ИЭ, следует проверить режим работы каскадов регулирующего устройства по таблицам напряжений и сопротивлений, выявить и заменить неисправные детали.

Если частота пилообразного напряжения не соответствует указанной в ИЭ, а напряжения питания каскадов регулирующего устройства соответствуют номинальным величинам, то следует заменить конденсатор в цепи анод-управляющая сетка генератора пилообразного напряжения.

Настройка фазового дискриминатора

3.7.7. Схема фазового дискриминатора с двумя настроенными контурами, применяемого в качестве чувствительного элемента схемы АПЧ, представлена на рис. 74.

Контуры дискриминатора L1, C1 и L2, C2 настроены на промежуточную частоту. Второй контур L2, C2 связан с первым двумя видами связи: индуктивной (связь между L1 и L2) и емкостной (через конденсатор большой емкости C_0). Нагрузкой диодов являются два последовательно соединенных резистора R1 и R2, заблокированные по промежуточной частоте конденсаторами C3 и C4. Дроссель Др1 препятствует замыканию токов промежуточной частоты, кроме диодов, и в то же время образует замкнутую цепь для выпрямленных токов. При частоте, равной промежуточной, амплитудные значения напряжений на диодах и токи в нагрузках равны, а выходное напряжение равно нулю.

Если частота отклоняется от резонансной, разность фаз напряжений на втором и первом контурах не равна 90°, в результате

чего на выходе детектора напряжение будет изменяться в определенных пределах пропорционально изменению частоты.

Дискриминатор настраивать в следующем порядке:

— подключить генератор сигналов к управляющей сетке ограничительного каскада (Л1);

— установить частоту генератора сигналов равной промежуточной частоте приемного устройства;

— установить амплитуду напряжения на выходе генератора сигналов несколько меньше величины, соответствующей порогу ограничения ограничительного каскада;

— подключить ламповый вольтметр к резистору R2 (точки подключения 2 и 3);

— настроить в резонанс с промежуточной частотой контур L1, C1 по максимальному показанию лампового вольтметра;

— подключить ламповый вольтметр параллельно всей нагрузке детекторов (точки подключения 1 и 3);

— настроить контур L2, C2 в резонанс по минимальному показанию лампового вольтметра;

— измерить величину и знак напряжения на нагрузке детектора, расстраивая генератор сигналов последовательно в сторону увеличения и уменьшения частоты относительно промежуточной, и определить параметры дискриминатора, как указано в п. 3.7.4.

3.8. ПРОВЕРКА ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ В СОБРАННОМ ВИДЕ

Общие указания

3.8.1. После настройки и проверки блоков и субблоков произвести сборку приемного устройства.

Установить все блоки и субблоки на свои места и подключить кабели. В соответствии с требованиями ИЭ установить номинальные значения питающих напряжений и токов.

Установить токи смесителей (или напряжения), номинальные значения которых указаны в ИЭ.

Проверить (до включения передающего устройства) исправность разрядников защиты приемного устройства.

Чувствительность или коэффициент шума приемных устройств проверять совместно с элементами А, Ф, С при комплексной настройке ремонтируемого изделия в соответствии с указаниями разд. 8 настоящего Руководства.

Допускается проверять чувствительность приемных устройств, все составные части которых расположены в одном блоке, например, приемное устройство метрового диапазона, на рабочем месте вне станции.

Проверяемые технические требования

3.8.2. Проверке подлежат следующие технические требования:
— чувствительность приемного устройства;
— действие схемы АРУ;
— действие схемы МАРУ;
— действие схемы ВАРУ.

Проверка технических требований

3.8.3. Чувствительность приемного устройства должна соответствовать величине, указанной в ИЭ и Формуляре.

Проверять в следующем порядке:

— установить минимальное усиление УПЧ и измерить встроенным контрольно-измерительным прибором или ламповым вольтметром напряжение на нагрузке видеодетектора, обусловленное наличием начального тока видеодетектора;

— подключить генератор сигналов к входу приемного устройства через переходное согласующее устройство, указанное в ИЭ;

— установить на выходе генератора сигналов среднюю частоту рабочего диапазона, глубину модуляции 70%, частоту модуляции 1000 *гц* (если в ИЭ не указаны другие величины глубины и частоты модуляции) и подать на вход приемного устройства сигнал амплитудой 10—20 *мкв*;

— подстроить приемное устройство всеми ручками настройки по максимальному напряжению на нагрузке видеодетектора;

— выключить генератор сигналов и установить такое усиление УПЧ, при котором напряжение шумов на нагрузке видеодетектора будет превосходить начальное напряжение видеодетектора на величину, указанную в ИЭ, например $(0{,}5+U_{дет})$ *в*;

— включить генератор сигналов и аттенюатором установить такое напряжение на выходе генератора, при котором напряжение на нагрузке видеоусилителя будет превосходить уровень собственных шумов приемного устройства в число раз, указанное в ИЭ, например $(2+U_{дет})$ *в*, если чувствительность измеряется при соотношении сигнала к шуму, равном 4.

Величина выходного напряжения генератора сигналов, отсчитанная по шкале аттенюатора, будет численно равна чувствительности приемного устройства. Аналогично проверить чувствительность на остальных частотах, указанных в формуляре.

Если чувствительность приемного устройства хуже требуемой величины, следует заменить лампы каскадов УВЧ и первых двух каскадов УПЧ.

3.8.4. Действие схемы АРУ определяется степенью постоянства величины выходного сигнала приемного устройства в диапазоне изменения мощности или напряжения входного сигнала, указанного в ИЭ.

Действие схемы АРУ проверять по схеме, приведенной на рис. 75, в следующем порядке:

— включить приемное устройство и блоки изделия, используемые для проверки;

— установить режим работы генератора сигналов, соответствующий работе приемного устройства, и синхронизировать его от блока синхронизации изделия;

— изменяя аттенюатором мощность входного сигнала, поступающего на вход приемного устройства, снять амплитудную характеристику, т. е. зависимость

$$U_{вых} = \varphi (P_{вх}),$$

где $U_{вых}$ — напряжение, измеренное осциллографом на выходе приемного устройства, *в*;

$P_{вх}$ — мощность входного сигнала, определяемая по аттенюатору генератора сигналов, *дб*;

— результаты измерений записать в табл. 5;

Таблица 5

Мощность сигнала на входе приемного устройства $P_{вх}$, *дб*	Амплитуда напряжения сигнала на выходе приемного устройства $U_{вых}$, *в*

— по данным таблицы построить график зависимости напряжения $U_{вых}$ от мощности $P_{вх}$ (рис. 76);

— по построенному графику определить амплитуду сигнала на выходе приемного устройства, соответствующую максимальной заданной мощности входного сигнала ($U_{вых.\,наиб}$), и амплитуду сигнала, соответствующую минимальной заданной мощности входного сигнала ($U_{вых.\,наим}$).

Определить степень постоянства величины выходного сигнала при работе схемы АРУ по формуле

$$\beta\,\% = \frac{U_{вых.\,наиб} - U_{вых.\,наим}}{U_{вых.\,наим}} \cdot 100\,\%.$$

Если степень постоянства величины выходного сигнала β не соответствует величине, указанной в ИЭ, необходимо заменить лампы каскадов АРУ и произвести повторную проверку. Если смена ламп не оказывает влияния на работу схемы АРУ, следует проверить режим работы ламп по таблицам напряжений, выявить неисправные детали и заменить их.

3.8.5. При включении схемы МАРУ напряжение собственных шумов приемного устройства и напряжение сигнала промежуточной частоты на нагрузке видеоусилителя должны уменьшаться на величину, указанную в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— установить ручной регулировкой усиления напряжение собственных шумов приемного устройства на нагрузке видеодетектора по встроенному контрольно-измерительному прибору, указанное в ИЭ, для определения чувствительности или коэффициента шума ($U_{ш_1}$);

— включить тумблер МАРУ, измерить напряжение собственных шумов на нагрузке видеодетектора ($U_{ш_2}$) и определить изменение напряжения собственных шумов при включении схемы МАРУ по формуле

$$\Delta U_{ш} = U_{ш_1} - U_{ш_2};$$

— подать на вход приемного устройства от генератора сигналов напряжение промежуточной частоты, при котором напряжение на нагрузке видеодетектора ($U_{с_1}$) будет соответствовать указанному в ИЭ;

— включить тумблер МАРУ, измерить напряжение на нагрузке видеодетектора ($U_{с_2}$) и определить изменение напряжения сигнала при включении схемы МАРУ по формуле

$$\Delta U_{с} = U_{с_1} - U_{с_2}.$$

Если уменьшение напряжения шумов и напряжения сигнала не соответствует указанному в ИЭ, следует заменить лампы каскадов схемы МАРУ, проверить режимы работы каскадов по таблицам напряжений, выявить неисправные детали и заменить их.

3.8.6 При включении схемы ВАРУ усиление УПЧ в начале дистанции должно уменьшаться, а затем полностью восстановиться.

Величина уменьшения усиления и дистанции, начиная с которой усиление восстанавливается полностью, указывается в ТО или ИЭ.

Уменьшение значения УПЧ в начале дистанции обеспечивается схемой ВАРУ (рис. 77) на двойном триоде с разделенными катодами.

Проверять в следующем порядке:

— вынуть лампу ВАРУ и подключить к нагрузке видеодетектора ламповый вольтметр или встроенный контрольно-измерительный прибор;

— установить ручной регулировкой усиления такое усиление УПЧ, при котором только начинает появляться напряжение шумов на детекторе;

— подключить генератор сигналов к входу УПЧ и подать на вход УПЧ напряжение промежуточной частоты такой амплиту-

ды U_1, при которой напряжение на нагрузке видеодетектора будет соответствовать номинальному;

— включить тумблер ВАРУ, измерить напряжение на нагрузке видеоусилителя U_2 и определить уменьшение усиления УПЧ по формуле

$$K = \frac{U_1}{U_2};$$

— установить лампу ВАРУ и ламповую панель и после ее прогрева подать на вход схемы ВАРУ от генератора импульсов импульсы положительной полярности амплитудой 60—80 *в*, частота следования которых должна соответствовать импульсам запуска изделия;

— подключить осциллограф к сопротивлению $R_к$ схемы ВАРУ, измерить длительность импульса ВАРУ по калибрационным меткам у основания импульса, как это показано на рис. 78, и по времени длительности импульса определить дистанцию, начиная с которой усиление УПЧ восстанавливается.

Если уменьшение усиления УПЧ при включении схемы ВАРУ не соответствует указанному в ТО или ИЭ, следует проверить резисторы $R_к$, R7, R8 и величину отрицательного напряжения питания схемы ВАРУ.

Если длительность импульса ВАРУ не соответствует требуемой величине, следует проверить конденсатор С, резисторы R3, R4, R5.

4. АНТЕННО-ВОЛНОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ

В настоящем разделе приводятся сведения о ремонте высокочастотных узлов антенно-волноводных систем РЛС, указания по проверке и настройке АВС в сборе.

Приводятся чертежи и описания применяющихся в войсках приспособлений для ремонта высокочастотных узлов АВС, описаны основные приемы работы с такими приспособлениями.

В разделе рассмотрены вопросы ремонта следующих элементов: волноводов, жестких коаксиальных фидеров, вращающихся соединений, антенных переключателей, элементов с ферритовыми пластинами, облучателей, отражателей и эквивалентов антенн.

4.1. РЕМОНТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УЗЛОВ

Электрические параметры высокочастотных узлов АВС зависят главным образом от наличия механических повреждений этих узлов. Поэтому ремонт элементов АВС чаще всего сводится к устранению деформаций, пайке, покраске, чистке.

В случае невозможности устранения механических повреждений элементы АВС подлежат замене новыми из ЗИП.

Перечень ремонтируемых в войсковых ремонтных органах высокочастотных узлов АВС и дефектов, подлежащих устранению, приведен в табл. 6.

4.2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УЗЛОВ АВС

Клиновое приспособление для правки волноводов

4.2.1. Клиновое приспособление изображено на рис. 79 и служит для правки вмятин на плоскостях прямолинейных участков прямоугольных волноводов. Приспособление позволяет править широкие стенки с размерами сечения волновода не менее 35×10 *мм* и узкие стенки, ширина которых не менее 35 *мм*. Допустимая глубина вмятин, подлежащих правке, не более 2 *мм*.

Для правки вмятин приспособление вводится в волновод до совпадения места вмятины с серединой клина *2*. Вращая ручку *6*

и тем самым передвигая клин *2* относительно пластины *3*, добиться полного выправления вмятины.

Размеры основания *1*, клина *2* и пластины *3* зависят от размеров сечения волновода, подлежащего правке.

При изготовлении приспособления для правки широких стенок волновода размер А основания *1* выбирать на 8 *мм* меньше внутреннего размера узкой стенки волновода, размер Б основания *1* и пластины *3* — на 3—5 *мм* меньше внутреннего размера широкой стенки волновода, размер В клина *2* и пластины *3* определять из равенства:

$$В = (Б - 16)\ мм.$$

Для правки узких стенок волновода размер А основания *1* должен быть на 8 *мм* меньше внутреннего размера широкой стенки, размер Б — на 2—4 *мм* меньше внутреннего размера узкой стенки волновода. Для клина *2* и пластины *3* размер В определять из равенства:

$$В = (Б - 16)\ мм.$$

Приспособление для правки волноводов вытягиванием вмятин

4.2.2. Приспособление для правки волноводов вытягиванием вмятин (рис. 80) предназначено для правки вмятин на плоскостях прямоугольных волноводов с любыми размерами сечения как на прямолинейных участках, так и на закруглениях. Это приспособление позволяет править вмятины глубиной до 5 *мм* и диаметром до 60 *мм*.

Выправление вмятин приспособлением следует производить в следующем порядке:

— снять шабером краску с внешней поверхности участка волновода на месте вмятины;

— прогреть выправляемый участок волновода газовой горелкой, паяльной лампой или паяльником мощностью 400—600 *вт*;

— залудить зачищенную поверхность припоем ПОС-61;

— припаять головку винта к стенке волновода в месте прогиба (вмятины);

— установить на волновод две опорных планки *2* и основание *1* с прорезью так, чтобы нарезная часть винта вошла в прорезь;

— навинтить на винт гайку *3*;

— медленно вращая гайку гаечным ключом, вытянуть металл стенки волновода.

В комплект приспособления входит четыре винта (детали *4*, *5*, *6* и *7*) с различными размерами головки. Чем больше размер вмятины, тем с большими размерами головки следует выбирать винт. При больших размерах вмятины сложной конфигурации выправление достигается многократным вытягиванием металла стенки с применением нескольких винтов с различными размерами головок поочередно.

Перечень встречающихся дефектов и мето

Наименование высокочастотных элементов АВС	Гехнические требования	Дефекты, подлежащие устранению (ремонту)	Метод обнаружения дефекта
1. Прямоугольные волноводные секции	На поверхностях не должно быть нарушения покрытий, вмятин, прорывов стенок, следов коррозии и подгара	Нарушение лакокрасочного покрытия	Внешний осмотр
	Не должно быть нарушений гермоуплотнения на фланцах и в соединениях, нарушений паек фланцев	Вмятины на стенках волновода	То же
		Следы коррозии на поверхностях	»
		Следы подгара на фланцах	»
		Нарушение гермоуплотнения	»
		Нарушение паек фланцев	»

Таблица 6

дов ремонта высокочастотных элементов

Необходимые приспособления, оборудование, инструмент	Методика устранения дефекта	Проверка после ремонта	Признаки, по которым высокочастотные элементы подлежат замене
Шабер, кисть	Зачистка шабером, шлифовальной шкуркой. Покраска кистью или методом окунания	Внешний осмотр	Прорывы стенок, вмятины на ребрах, скручивание волновода. Нарушение внутреннего покрытия волновода (кроме лакокрасочного)
Приспособления (рис. 79 и 80) и молоток	Правка с помощью приспособлений	То же	
Пыж (рис. 82), шабер	Промывка спиртом с помощью пыжа. Зачистка наружных поверхностей шабером, шлифовальной шкуркой	»	
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, паяльная лампа или горелка	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Заполнение раковины припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	»	
	Замена уплотнения	Внешний осмотр и опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на сочленение	
Щабер, паяльная лампа или горелка	Пайка припоями ПСр-45, ПСр-70	Внешний осмотр и опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на место пайки	

Наименование высокочастотных элементов АВС	Технические требования	Дефекты, подлежащие устранению (ремонту)	Метод обнаружения дефекта
2. Секции жестких коаксиальных фидеров и круглых волноводов	На поверхностях не должно быть нарушения покрытий, вмятин, прорывов стенок, следов коррозии и подгара	Нарушение лакокрасочного покрытия	Внешний осмотр
	Не должно быть нарушений гермоуплотнения на фланцах и в соединениях, нарушений паек фланцев	Вмятины на поверхностях	То же
		Следы коррозии на поверхностях	»
		Следы подгара на фланцах	»
		Нарушение гермоуплотнения	»
		Нарушение паек фланцев	»
3. Гибкие волноводы	На поверхностях не должно быть нарушения покрытий, вмятин, прорывов стенок, следов коррозии и подгара	Нарушение лакокрасочного покрытия	»

Продолжение

Необходимые приспособления, оборудование, инструмент	Методика устранения дефекта	Проверка после ремонта	Признаки, по которым высокочастотные элементы подлежат замене
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью или методом окунания	Внешний осмотр	Прорывы стенок, скручивание секций, изломы. Нарушение внутреннего покрытия (кроме лакокрасочного)
Приспособление (рис. 81), молоток	Правка ударами молотка после подведения приспособления (оправки) под вмятину	То же	
Круглый пыж, шабер	Промывка спиртом с помощью пыжа. Зачистка наружных поверхностей шабером или шлифовальной шкуркой	»	
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, паяльная лампа или горелка	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	»	
	Замена уплотнения	Внешний осмотр и опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на сочленение	
Шабер, паяльная лампа или горелка	Пайка припоями ПСр-45, ПСр-70	Внешний осмотр и опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на место пайки	
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью	Внешний осмотр	Нарушение внутреннего покрытия (кроме лакокрасочного), вмятины, прорывы стенок

Наименование высокочастотных элементов АВС	Технические требования	Дефекты, подлежащие устранению (ремонту)	Метод обнаружения дефекта
	Не должно быть нарушений гермоуплотнения на фланцах и в соединениях, нарушений паек фланцев	Следы коррозии на поверхностях	Внешний осмотр
		Следы подгара на фланцах	То же
		Нарушение гермоуплотнения	»
4. Волноводно-коаксиальные вращающиеся соединения	Не должно быть нарушений лакокрасочного покрытия, не должно быть вмятин и заусениц на краях сочленяющихся частей, следов подгара, прорывов стенок, перекосов, смятых кромок сочленяющихся поверхностей	Нарушение лакокрасочного покрытия	»
		Заусеницы и вмятины на краях сочленяющихся частей	»
		Следы подгара	»

Продолжение

Необходимые приспособления, оборудование, инструмент	Методика устранения дефекта	Проверка после ремонта	Признаки, по которым высокочастотные элементы подлежат замене
Шабер	Промывка спиртом. Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой	Внешний осмотр	
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, паяльная лампа или горелка	Заполнение раковины припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	То же	
—	Замена уплотнения	Внешний осмотр и опробование системы под давлением с нанесением раствора мыла на сочленение	
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой. Покраска кистью	Внешний осмотр	Прорывы стенок, неустранимые вмятины и перекосы, смятые кромки сочленяющихся поверхностей
Шабер, напильник, молоток, приспособление (рис. 81)	Выправление вмятин ударами молотка на оправке, зачистка заусениц	Внешний осмотр и измерение КСВ при медленном вращении соединения	
Шабер, паяльник, 200 — 600 *вт*, паяльная лампа или горелка	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Внешний осмотр	

Наименование высокочастотных элементов АВС	Технические требования	Дефекты, подлежащие устранению (ремонту)	Метод обнаружения дефекта
5. Механические волноводные переключатели	Не должно быть нарушений лакокрасочного покрытия, следов подгара. Переключение должно быть без заеданий с четкой фиксацией	Нарушение лакокрасочного покрытия	Внешний осмотр
		Следы подгара на поверхностях	То же
		Нечеткая фиксация положений переключателя	Опробование
6. Циркуляторы, вентили	На поверхностях не должно быть нарушений лакокрасочного покрытия, вмятин, пробоин, следов подгара. Ферритовые пластины, электромагнит или постоянный магнит должны иметь надежное крепление. Сопротивление изоляции обмоток электромагнитов должно быть не менее установленного. Ферритовые пластины не должны иметь механических повреждений	Нарушение лакокрасочного покрытия	Внешний осмотр
		Следы подгара на фланцах	То же
7. Аттенюаторы	На поверхностях не должно быть нарушений лакокрасочного покрытия, вмятин, пробоин, следов подгара. Ферритовая пластина должна быть без механических повреждений и иметь надежное крепление	Нарушение лакокрасочного покрытия	„

Продолжение

Необходимые приспособления, оборудование, инструмент	Методика устранения дефекта	Проверка после ремонта	Признаки, по которым высокочастотные элементы подлежат замене
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой, покраска кистью	Внешний осмотр	
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, паяльная лампа или горелка	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	То же	
Слесарный инструмент	Ремонт фиксирующего механизма	Опробование	
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой, покраска кистью	Внешний осмотр	Вмятины на поверхностях, пробоины, отклеивание ферритовых пластин, нарушение крепления электромагнита или постоянного магнита. Снижение сопротивления изоляции обмоток электромагнита (пробой), механические повреждения ферритовых пластин
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, горелка или паяльная лампа	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	То же	
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой, покраска кистью	"	Вмятины на поверхностях, пробоины, механические повреждения и отклеивание ферритовой пластины

Наименование высокочастотных элементов АВС	Технические требования	Дефекты, подлежащие устранению (ремонту)	Метод обнаружения дефекта
		Следы подгара на фланцах	Внешний осмотр
8. Направленные ответвители	На поверхностях не должно быть нарушений лакокрасочного покрытия, вмятин, пробоин, следов подгара	Нарушение лакокрасочного покрытия	То же
		Вмятины на поверхностях	„
		Следы подгара на фланцах	„
9. Эквиваленты антенн	Не должны быть смяты ребра охлаждения, поглощающие клинья не должны иметь трещин и сколов и должны быть надежно закреплены	Смятые ребра охлаждения	„
10. Облучатели антенн	Не должно быть вмятин на поверхностях, пробоин, нарушений гермоуплотнения, сколов и трещин на защитных колпачках	Вмятины на поверхностях	„
		Нарушение гермоуплотнения	„
		Трещины и сколы на защитных колпаках	„

Продолжение

Необходимые приспособления, оборудование, инструмент	Методика устранения дефекта	Проверка после ремонта	Признаки, по которым высокочастотные элементы подлежат замене
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, горелка или паяльная лампа	Заполнение раковин припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	Внешний осмотр	
Шабер, кисть	Зачистка шабером или шлифовальной шкуркой, покраска кистью	Внешний осмотр	Прорывы стенок, вмятины на ребрах
Приспособления (рис. 79, 80 или 81)	Правка с помощью приспособлений	То же	
Шабер, паяльник 200 — 600 *вт*, горелка или паяльная лампа	Заполнение раковины припоем ПОС-61, шабровка заподлицо	»	
Слесарный инструмент	Правка смятых ребер	»	Трещины и сколы в поглощающих клиньях, нарушение их крепления
Слесарный инструмент	Правка вмятин	»	Вмятины на ребрах, пробоины
—	Замена уплотнения или защитной пластины	Опробование системы под давлением	
—	Трещины заклеивать. В места сколов пенопластовых колпаков вклеивать пенопласт полистироловым клеем на дихлорэтане	Внешний осмотр	

Наименование высокочастотных элементов АВС	Технические требования	Дефекты, подлежащие устранению (ремонту)	Метод обнаружения дефекта
11. Параболические отражатели антенн	Не должно быть заметных отклонений кривизны отражающей поверхности от заданной, прорывов, вмятин, вспучиваний	Прорывы или пробоины на отражающей поверхности	Внешний осмотр
		Вмятины, вспучивания	То же
		Погнутость образующих трубчатых ферм	»

Примечания: 1. При пользовании горелкой или паяльной лампой сле крытия на внутренней поверхности волновода или нарушению паек фланцев и

2. В случае нарушения внутреннего лакокрасочного покрытия высокочастот

— зачистить место нарушения лакокрасочного покрытия шабером или шли с помощью кисти;

— залить внутреннюю полость волновода растворителем или смывкой, вы краски с помощью пыжа, после удаления следов краски очистить полость спир краску внутрь волновода и, переворачивая волновод, окрасить поверхность)

Продолжение

Необходимые приспособления, оборудование, инструмент	Методика устранения дефекта	Проверка после ремонта	Признаки, по которым высокочастотные элементы подлежат замене
Слесарный инструмент	Выровнять края прорыва, приклепать на место прорыва заплату из дюралюминия. Оборванные проволоки сеточных отражателей заменить, укрепляя концы на трубчатой ферме пайкой или сваркой	Внешний осмотр	Деформации отражателя, не поддающиеся правке
То же	Выправить поверхность ударами деревянного или слесарного молотка на деревянной подкладке	То же	
»	Выправить ударами молотка или с помощью домкрата. Участки, не поддающиеся правке, вырезать и заменить трубами такого же диаметра	»	

дить за тем, чтобы не было сильного перегрева, приводящего к выгоранию подругих элементов.
ных узлов АВС восстановление производить одним из следующих способов:
фовальной шкуркой, обезжирить спиртом, высушить и нанести слой нитрокраски

держать несколько минут, слить жидкость и очистить внутреннюю полость от том, высушить и нанести слой нитрокраски методом окунания (залить нитроили с помощью кинематического распылителя.

Приспособление-оправка для правки коаксиальных фидеров и круглых волноводов

4.2.3. Приспособление-оправка, изображенное на рис. 81, служит для правки стенок жестких коаксиальных фидеров и круглых волноводов.

Наружный диаметр D и внутренний диаметр d оправки выбирать в зависимости от величины внутреннего диаметра наружного проводника и наружного диаметра центрального проводника фидера, подлежащего правке. Чтобы поместить оправку в любом месте фидера, имеющего четвертьволновые изоляторы, в ней сделана продольная прорезь.

Для правки вмятин оправку ввести в полость коаксиального фидера или круглого волновода, подлежащего правке, ударами молотка по торцу рукоятки подвести оправку под вмятину. Окончательное выправление произвести ударами латунного молотка или киянки по области вмятины.

Пыж для чистки волноводов

4.2.4. Пыж (рис. 82) предназначен для чистки внутренних поверхностей прямоугольных волноводов. Размеры фетровых прокладок зависят от внутренних размеров сечения волновода.

Толщину набора прокладок выбирать в пределах 10—50 *мм*. Чем больше размер прокладок, тем толще должен быть их набор.

Для чистки круглых волноводов применяется аналогичный по конструкции пыж, изготовленный из круглых фетровых прокладок.

Чистка осуществляется протаскиванием пыжа, обильно смоченного спиртом, через волновод.

4.3. ПРОВЕРКА И НАСТРОЙКА АВС В СБОРЕ

Общие указания

4.3.1. После ремонта антенно-волноводная система должна соответствовать требованиям, изложенным в инструкции по эксплуатации и руководстве по ремонту данного изделия.

Чаще всего подвержен изменениям такой параметр АВС, как коэффициент стоячей волны волноводной системы. Изменение КСВ может быть вызвано механическими деформациями элементов высокочастотного тракта, загрязнением, коррозией или нарушением сочленений этих элементов. Поэтому этот параметр при ремонте АВС должен проверяться, как правило, всякий раз.

Высокочастотные измерения АВС рекомендуется проводить в экранированных помещениях (комнатах), требования к которым изложены в приложении 3 настоящего Руководства.

Уровень помех не должен превышать 10% верхнего предела самой чувствительной шкалы применяемых измерительных приборов. Если это условие не выполняется, необходимо выявить источники помех и принять меры для их устранения.

В случае создания помех соседними радиотехническими устройствами измерения производить во время перерыва в их работе.

Измерение коэффициента стоячей волны

4.3.2. Измерение КСВ производится с помощью измерительных линий и измерительных шлейфов.

Измерение КСВ с помощью измерительных линий производить только в ремонтных органах объединения, а с помощью измерительных шлейфов — в случае наличия шлейфов в индивидуальном комплекте ЗИП станции.

Измерение КСВ с помощью измерительных линий производится по схеме рис. 83.

В качестве генератора выбирается прибор, имеющий выходную мощность не менее 1 *вт*, так как при меньших мощностях заметно сказываются наводки и помехи. В качестве генератора возможно использование гетеродина станции. Измерительная линия в каждом конкретном случае выбирается в зависимости от типа волноводной системы, ее волнового сопротивления и рабочей длины волны.

Методика измерения производится в эксплуатационной документации на соответствующую измерительную линию.

Численная величина КСВ определяется по формуле

$$\text{КСВ} = \frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{мин}}},$$

где $I_{\text{макс}}$ и $I_{\text{мин}}$ — показания стрелочного прибора измерительной линии.

Эта формула справедлива при линейной анодной характеристике диода измерительной линии. Анодная характеристика диода близка к линейной при амплитуде напряжения более 1—3 *в*.

При меньших амплитудах характеристика близка к квадратичной и КСВ определяется по формуле

$$\text{КСВ} = \sqrt{\frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{мин}}}}.$$

Измерение КСВ с помощью измерительных шлейфов возможно в антенно-фидерных системах РТС метрового и дециметрового диапазонов волн на высоком уровне мощности.

Сущность этого метода заключается в том, что с помощью четвертьволнового измерительного шлейфа с термоамперметром изме-

ряют токи в пучностях и узлах вдоль фидерной линии. КСВ вычисляется по формуле

$$\text{КСВ} = \frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{мин}}},$$

где $I_{\text{макс}}$ и $I_{\text{мин}}$ — показания термоамперметра в узлах и пучностях тока.

5. ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

В настоящем разделе приведены общие сведения и сведения по ремонту индикаторов дальности с линейной и кольцевой разверткой на электроннолучевых трубках с электростатическим отклонением, индикаторов кругового обзора «Дальность — азимут», индикаторов «Азимут — дальность» с прямоугольной системой координат, индикаторов высоты («Дальность — высота», «Дальность — угол места»), индикаторов «Дальность — дирекционный угол» с секторным и прямоугольным растрами на электроннолучевых трубках с магнитным управлением.

5.1. ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ С ЛИНЕЙНОЙ РАЗВЕРТКОЙ

Общие сведения

5.1.1. Структурная схема индикатора дальности с линейной разверткой приведена на рис. 84.

Индикатор состоит из следующих каналов:

— канал развертки;

— канал масштабных отметок дальности;

— канал видеосигнала.

Импульсы запуска ограничиваются в каскаде запуска и поступают далее для запуска генераторов прямоугольных импульсов № 1 и 2. Генератор прямоугольных импульсов № 1 вырабатывает импульсы подсвета, которые поступают на управляющий электрод электроннолучевой трубки, и импульсы для запуска генератора пилообразного напряжения. Напряжение пилообразной формы (амплитуда которого зависит от длительности импульсов генератора прямоугольных импульсов № 1) усиливается в выходном каскаде, после которого симметричные разнополярные импульсы поступают на горизонтально отклоняющие пластины электроннолучевой трубки и создают линейную развертку.

Каскад управления длительностью развертки автоматически отключает генератор прямоугольных импульсов № 1 в момент дости-

жения амплитудой пилообразного напряжения величины, необходимой для отклонения электронного луча на величину рабочей части экрана.

Генератор прямоугольных импульсов № 2 вырабатывает импульсы для возбуждения генератора синусоидальных колебаний, напряжение которого ограничивается в ограничителе по амплитуде и поступает на генератор калибрационных импульсов. Одновременно на него подаются импульсы с выхода каскадов деления частоты. Калибрационные импульсы усиливаются в выходном каскаде и поступают на импульсный смеситель.

Видеоимпульсы эхо-сигналов усиливаются в видеоусилителе. В импульсном смесителе происходит смешивание усиленных эхосигналов и калибрационных импульсов. Эти сигналы поступают на вертикально отклоняющие пластины электроннолучевой трубки.

Цепи управления электроннолучевой трубки позволяют изменять яркость и фокусировку изображения на экране индикатора.

Проверяемые технические требования

5.1.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— длина развертки на различных масштабах;

— регулировка яркости и фокусировки развертки;

— регулировка вертикального и горизонтального смещения развертки;

— коэффициент деления каскадов деления частоты;

— превышение амплитуды масштабных отметок большей дальности над амплитудой масштабных отметок меньшей дальности;

— нелинейность развертки;

— прохождение видеосигналов по каналу видеоусилителя.

Проверка технических требований

5.1.3. Возможная схема проверки индикатора дальности на рабочем месте (вне станции) изображена на рис. 85. Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

5.1.4. Длина развертки должна соответствовать рабочей части экрана. При переключении масштабов развертка должна сохранять первоначальную длину, а в случае изменения длины должна устанавливаться соответствующей регулировкой в пределах рабочей части экрана.

Проверять визуально по экрану индикатора дальности при установке переключателя масштабов дальности в каждое из положений.

В том случае, если в одном из положений этого переключателя длина развертки изменится, необходимо установить органы регулировок, изменяющих величину амплитуды пилообразного напря-

жения, в положение, необходимое для получения требуемой длины развертки.

Если органами регулировки не удается установить развертку в пределах рабочей части, проверить эти регулировки.

В схеме, приведеной на рис. 87 (при отсутствии развертки), проверить лампу Л1, правую половину лампы Л2, лампу Л3 и конденсаторы С7 и С8.

Органом регулировки, изменяющим длину линии развертки, является переменным резистор R9.

Если на экране индикатора нет развертки, но есть светящееся пятно, проверить режим работы каскадов канала развертки (рис. 84).

При отсутствии развертки на экране индикатора проверить величины напряжений, питающих электроннолучевую трубку, по таблице (карте) напряжений или проверить цепи питания и управления по таблице (карте) сопротивлений, проверить, поступает ли напряжение развертки на отклоняющие пластины трубки. При наличии указанных выше напряжений и отсутствии развертки необходимо заменить электроннолучевую трубку.

5.1.5. Регулировки яркости и фокусировки развертки должны обеспечивать нормальную эксплуатационную яркость и фокусировку изображения на экране индикатора.

Нормальная яркость линии развертки должна устанавливаться примерно в среднем положении оси регулировки.

Схема фокусировки должна обеспечивать фокусировку линии развертки при различной яркости ее свечения. Фокусировку линии развертки проверять визуально по экрану индикатора. Критерием оценки работы схемы фокусировки является толщина линии сфокусированной развертки, значение которой обычно указано в ИЭ.

Если яркость и фокусировка развертки не соответствуют требуемым, проверить элементы цепей управления электроннолучевой трубкой. Например, на схеме (рис. 87) такими элементами являются резисторы R6 — R13.

5.1.6. Регулировки вертикального и горизонтального смещения развертки или одного из этих смещений должны обеспечивать смещение развертки относительно рабочего положения в пределах, указанных в ИЭ.

Величину смещения проверять линейкой или полоской миллиметровой бумаги.

Если требуемое смещение развертки не обеспечивается, проверить элементы цепей управления. Например, на схеме (рис. 87) такими элементами являются резисторы R1 — R5 в цепи управления смещением развертки по вертикали и резисторы R15, R17—R20 в цепи управления смещением развертки по горизонтали.

5.1.7. Коэффициент деления частоты каскадов деления частоты должен соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять по методике, изложенной в ИЭ, или осциллографом со ждущей разверткой на выходе каскадов деления частоты (рис. 84). Длительность развертки осциллографа установить рав-

ной или немногим более периода повторения ограниченных синусоидальных колебаний на выходе каскадов и не изменять до окончания проверки. Установить на экране осциллографа устойчивый одиночный импульс с помощью регулировки длительности развертки осциллографа. Затем осциллограф подключить к входу каскадов деления частоты. На экране осциллографа должны наблюдаться устойчивые импульсы, количество которых соответствует коэффициенту деления частоты.

Если коэффициент деления частоты не соответствует требуемому, следует аналогично проверить коэффициент деления частоты каждого из каскадов деления частоты.

В том случае, когда коэффициент деления частоты не соответствует требуемому, настроить каскады деления частоты, проверить режим работы каскадов, проверить элементы времязадающих цепочек.

Например, каскады деления частоты, выполненные по схеме мультивибратора (рис. 88), настроить, изменяя величину переменного резистора R9 и изменяя величину емкости конденсатора С4.

Если с помощью регулировок невозможно добиться требуемого коэффициента деления, следует проверить резисторы в цепях управляющих сеток и конденсаторы связи.

5.1.8. Амплитуда масштабных отметок, кратных большей дальности (например, 50-километровых отметок), должна иметь превышение над амплитудой масштабных отметок, кратных меньшей дальности (например, 10-километровых отметок), на величину, указанную в ИЭ.

Проверять линейкой или полоской миллиметровой бумаги на экране индикатора (в случае определения высоты масштабных отметок в миллиметрах) или осциллографом на выходном каскаде канала масштабных отметок дальности (в случае определения амплитуды масштабных отметок в вольтах).

Примерный вид масштабных отметок дальности показан на рис. 89.

Превышение H определить по формуле

$$H = \frac{2(A_2 - A_1)}{A_2 + A_1} \cdot 100\%,$$

где A_1 — высота (амплитуда) масштабных отметок, кратных меньшей дальности, *мм* (*в*);

A_2 — высота (амплитуда) масштабных отметок, кратных большей дальности, *мм* (*в*).

Требуемое превышение установить регулировками, изменяющими амплитуду масштабных отметок, кратных различным дальностям, или регулировкой, изменяющей амплитуду масштабных отметок, кратных одной дальности (например, в схеме рис. 90 переменным резистором R6).

5.1.9. Нелинейность развертки должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— получить устойчивые масштабные отметки дальности и отрегулировать размер и положение развертки на экране индикатора;

— измерить линейкой расстояние между четырьмя любыми масштабными отметками в начале и в конце развертки;

— определить нелинейность по формуле

$$H = \frac{A_{макс} - A_{мин}}{A_{макс}} \cdot 100\%,$$

где $A_{макс}$ и $A_{мин}$ — наибольшее и наименьшее измеренные расстояния между масштабными отметками, *мм*.

Если требование не выполняется, следует проверить элементы, влияющие на линейность пилообразного напряжения. Например, в схеме генератора пилообразного напряжения (рис. 86) следует проверить резистор R23 и конденсатор C10 цепи отрицательной обратной связи, введением которой повышается линейность напряжения развертки.

5.1.10. На экране индикатора должны быть импульсные сигналы при подаче на вход канала видеоусилителя импульсов, имитирующих отраженные сигналы (эхо-сигналы).

Проверять визуально по экрану индикатора. Подать от имитатора целей или от генератора импульсов (генератор импульсов № 2 схемы, изображенной на рис. 85) на вход канала видеоусилителя видеоимпульсы, параметры которых (амплитуда, полярность, длительность, частота следования) соответствуют импульсам, поступающим на индикатор от детектора приемника.

Если импульсные сигналы на экране индикатора отсутствуют, необходимо убедиться в наличии видеоимпульсов на выходе видеоусилителя (рис. 84). При отсутствии — проверить режим работы видеоусилителя.

В том случае, когда на выходе видеоусилителя импульсы имеются, следует проверить режим работы импульсного смесителя.

5.2. ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ С КОЛЬЦЕВОЙ РАЗВЕРТКОЙ

Общие сведения

5.2.1. Структурная схема индикатора дальности с кольцевой разверткой приведена на рис. 91.

Индикатор состоит из следующих каналов и каскадов:

— канал кольцевой развертки точной дальности;
— канал кольцевой развертки грубой дальности;
— канал импульсов подсвета;
— канал электрического визира;
— видеоусилитель;
— цепи управления электроннолучевой трубкой.

Напряжение кварцевого генератора поступает в фазосдвигающую цепь, где оно преобразуется в два синусоидальных напряжения, сдвинутых между собой по фазе на 90°. Эти два напряжения через резонансный усилитель поступают на две пары отклоняющих пластин трубки точной дальности, создавая на ее экране кольцевую линию развертки.

Синхронизация первого каскада деления частоты осуществляется напряжением кварцевого генератора, преобразованным в генераторе пусковых импульсов в импульсное напряжение той же частоты.

Выходное напряжение последнего каскада деления частоты поступает на резонансный усилитель, нагрузкой которого является фазосдвигающая цепь. В этой цепи вырабатываются два сдвинутых между собой по фазе на 90° напряжения, которые затем через резонансный усилитель подаются на две пары отклоняющих пластин трубки грубой дальности.

Каскады задержки канала импульсов подсвета запускаются напряжением ограничителя и создают импульсы напряжения прямоугольной формы переменной длительности. Генератор широких импульсов создает прямоугольный импульс напряжения засветки развертки, длительность которого может регулироваться.

Засветка линии развертки трубки точной дальности осуществляется напряжением, подаваемым на управляющий электрод точной трубки. Спад импульса напряжения прямоугольной формы каскада задержки запускает генератор узких импульсов, который в свою очередь вырабатывает импульсы напряжения также прямоугольной формы. Изменение длительности импульса каскада задержки (перемещение его спада) вызывает перемещение импульса напряжения на управляющем электроде точной трубки относительно пускового импульса. Это изменение осуществляется в цепи управления длительностью задержки.

Синусоидальное напряжение кварцевого генератора поступает в фазосдвигающий узел, с выхода которого напряжение, линейно изменяющееся по фазе, подается через ограничитель на селектор. Селектор вырабатывает импульсы для запуска генератора электрического визира только при совпадении по времени импульсов генератора узких импульсов и напряжения фазосдвигающего узла. Импульсы электрического визира поступают на катод электронно-лучевой трубки точной дальности, образуя на развертке два разрыва, «вилку» электрического визира.

Эхо-сигналы усиливаются в видеоусилителе и поступают на дополнительные электроды электроннолучевой трубки.

Яркость и фокус развертки изменяются с помощью регулировок, находящихся в цепях управления электроннолучевой трубкой.

Запуск передающего устройства осуществляется импульсами, вырабатываемыми в каскадах формирования импульсов запуска.

Проверяемые технические требования

5.2.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— регулировка диаметра развертки точной дальности;

— коэффициент деления каскадов деления частоты (аналогично п. 5.1.7);

— регулировка диаметра развертки грубой дальности;

— регулировка яркости и фокусировки развертки (аналогично п. 5.1.5);

— нелинейность электрического визира;

— амплитуда, длительность и частота следования импульсов запуска передающего устройства;

— прохождение видеосигналов по каскаду видеоусилителя (аналогично п. 5.1.10).

Проверка технических требований

5.2.3. Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 92. Генератор импульсов применяется для проверки видеоусилителя.

5.2.4. Развертка точной дальности должна иметь форму кольца, совмещенного с контрольной окружностью, нанесенной на прозрачный диск перед экраном индикатора. Проверять визуально.

Если требование не выполняется, настроить канал кольцевой развертки точной дальности органами регулировок, изменяющих диаметр и форму развертки.

Например, в схеме, приведенной на рис. 93, настройку проводить в следующем порядке:

— установить максимальный диаметр развертки на экране индикатора, вращая ось переменного конденсатора C1;

— совместить диаметр развертки с контрольной окружностью, вращая ось переменного резистора R1.

При наличии развертки в форме эллипса, оси которого занимают наклонное положение относительно вертикальной и горизонтальной осей, настройка производится с помощью переменного конденсатора C6.

При наличии развертки в форме эллипса, оси которого параллельны вертикальной и горизонтальной осям, настройка производится с помощью переменного резистора R5.

Эти настройки необходимо проводить совместно до получения на экране трубки развертки в форме правильной окружности.

В том случае, когда развертки на экране индикатора нет, проверить величины напряжений, питающих электроннолучевую трубку, по таблице (карте) напряжений или проверить цепи питания и управления по таблице (карте) сопротивлений, проверить, поступает ли напряжение развертки на отклоняющие пластины трубки.

При наличии указанных выше напряжений и отсутствии развертки необходимо заменить электроннолучевую трубку.

При отсутствии засветки на экране трубки точной дальности проверить режим работы каскада задержки № 2 и генератора узких импульсов.

5.2.5. Развертка грубой дальности должна иметь форму кольца, совмещенного с контрольной окружностью, нанесенной на прозрачный диск перед экраном индикатора.

Форму развертки грубой дальности проверять визуально.

Если требование не выполняется, настроить канал кольцевой развертки грубой дальности органами регулировок, изменяющими диаметр и форму развертки.

В том случае, когда развертка не совмещается с контрольной окружностью, необходимо проверить равенство амплитуд напряжений на выходе фазосдвигающей цепи (рис. 91). При этом могут быть неисправности, характер которых описан в п. 5.2.4.

При отсутствии засветки развертки на трубке грубой дальности проверить режим работы каскада задержки № 1 и генератор широких импульсов.

5.2.6. Нелинейность электрического визира должна быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— установить контрольный диск перед экраном трубки точной дальности так, чтобы контрольная риска совпадала с нулевым делением шкалы трубки;

— совместить штурвалом дальности конец первой метки электрического визира последовательно с рисками контрольного диска; записать при этом показание точной шкалы механизма дальности ($D_м$); повторить данную проверку через каждые 100 *м* шкалы трубки ($D_{тр}$);

— определить разность измерений (δ) по формуле

$$\delta = D_м - D_{тр};$$

— найти максимальное и минимальное значения разности δ и вычислить среднее алгебраическое значение этих разностей ($\delta_{ср}$) по формуле

$$\delta_{ср} = \frac{\delta_{макс} + \delta_{мин}}{2};$$

— определить нелинейность электрического визира по формуле

$$\delta_н = \delta - \delta_{ср}.$$

Если электрический визир на экране трубки точной дальности отсутствует, проверить режимы работы фазосдвигающего узла (рис. 91), усилителя-ограничителя, селектора, генератора электрического визира.

В том случае, когда нелинейность не удовлетворяет требованию, отрегулировать фазосдвигающий узел по методике, изложенной в ИЭ.

5.2.7. Амплитуда, длительность и частота следования импульсов запуска передающего устройства должны соответствовать величинам, указанным в Формуляре.

Проверять осциллографом, включенным в режим внутренней синхронизации на выходе каскадов формирования импульсов запуска (рис. 91).

Если требование не выполняется, следует проверить режим работы каскадов формирования импульсов запуска.

5.3. ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА

Общие сведения

5.3.1. В индикаторах кругового обзора («Дальность — азимут») с яркостной отметкой в основном используются электроннолучевые трубки с магнитным управлением. Для создания радиально-круговой развертки применяется отклоняющая система с вращающимися катушками или отклоняющая система с неподвижными катушками, на которые подается напряжение развертки.

Структурная схема индикатора кругового обзора, в котором применена отклоняющая система с вращающимися катушками, приведена на рис. 94.

Индикатор кругового обзора с вращающимися катушками состоит из следующих каналов и каскадов:

— канал развертки дальности;
— канал азимутальных отметок;
— канал масштабных отметок дальности (п. 5.1.1);
— канал видеосигнала (аналогичен описанному в п. 5.1.1);
— каскад фокусировки;
— каскад центрирования.

Пусковые импульсы формируются в каскаде запуска и поступают на генераторы прямоугольных импульсов и каскад совпадения. Генератор прямоугольных импульсов вырабатывает импульсы прямоугольной формы, длительность которых зависит от выбранного масштаба. Эти импульсы поступают на генератор напряжения развертки, напряжение которого усиливается в выходном каскаде и подается на отклоняющую катушку. Прямоугольные импульсы подаются также через каскад подсвета на ускоряющий электрод (первый анод) электроннолучевой трубки для подсвета экрана на время развертки.

С помощью кулачков, вращающихся от зубчатой передачи сервоусилителя, переключаются группы контактов в датчике азимутальных отметок. Каскад совпадения пропускает пусковой импульс, которым запускается генератор азимутальных отметок, только лишь при очередном замыкании групп контактов датчика азимутальных отметок. Импульсы азимутальных отметок поступают на импульсный смеситель.

С помощью регулировок, помещенных в каскаде фокусировки, изменяется фокусировка луча электроннолучевой трубки.

В каскаде центрирования имеются регулировки, позволяющие смещать (по горизонтали и по вертикали) начало развертки.

Структурная схема индикатора с неподвижными катушками аналогична схеме, приведенной на рис. 94, за исключением канала развертки.

Структурная схема канала развертки приведена на рис. 95.

Отклоняющее напряжение с генератора напряжения развертки подается на ротор импульсного вращающегося трансформатора, связанного с приводом вращения антенны.

Проверяемые технические требования

5.3.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— положение развертки;

— регулировка масштабов дальности;

— регулировка яркости и фокусировки развертки;

— вертикальное и горизонтальное смещение начала развертки;

— синхронность вращения развертки относительно вращения антенны;

— длина и яркость азимутальных отметок;

— нелинейность развертки;

— прохождение видеосигналов по видеоканалу.

Проверка технических требований

5.3.3. Возможная схема проверки индикатора кругового обзора на рабочем месте (вне станции) изображена на рис. 96. Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

В качестве датчика угла поворота антенны использовать имитатор вращения антенны или соответствующий блок с приводом от ремонтируемой станции или установить сельсин-датчик, соответствующий типу датчика.

5.3.4. На экране индикатора на всех масштабах должна быть линия развертки, направленная по радиусу из центра экрана.

Регулировки масштабов должны обеспечивать изменение соответствующих масштабов в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора на всех масштабах.

В том случае, когда в одном из положений переключателя масштабов длина развертки изменится, необходимо установить органы регулировок, изменяющих величину амплитуды пилообразного напряжения, в положение, необходимое для получения требуемой длины развертки.

В схеме, приведенной на рис. 97, такими регулировками являются переменные резисторы R1 — R3.

Если органами регулировки не удается установить развертку в пределах рабочей части экрана, проверить режим работы генератора напряжения развертки, резисторы R1 — R3 (рис. 97) и конденсатор C1.

Когда на экране индикатора отсутствует развертка, проверить осциллографом, включенным в режим ждущей развертки, наличие напряжения развертки на выходе канала развертки дальности (рис. 94), при его отсутствии проверить последовательно режим работы каскада запуска, генератора прямоугольных импульсов, генератора напряжения развертки, выходного каскада. При наличии напряжения развертки проверить величины напряжений, питающих электроннолучевую трубку, по таблице (карте) напряжений или проверить цепи питания и управления по таблице (карте) сопротивлений.

Если указанные напряжения есть — необходимо заменить электроннолучевую трубку.

5.3.5. Регулировки яркости и фокусировки развертки должны обеспечивать нормальную эксплуатационную яркость и фокусировку изображения на экране индикатора.

Нормальная яркость линии развертки должна устанавливаться примерно в среднем положении оси переменного резистора. Проверять визуально.

Критерием оценки работы схемы фокусировки является толщина линии сфокусированной развертки, значение которой обычно указано в ИЭ.

Если яркость развертки недостаточна, следует проверить резисторы, составляющие делитель напряжения в цепи управляющего электрода электроннолучевой трубки.

В том случае, когда фокусировка развертки не удовлетворяет требованию, необходимо проверить элементы каскада фокусировки.

5.3.6. Должна быть обеспечена синхронность вращения развертки с антенной. Проверять визуально.

Если развертка на экране индикатора с вращающейся катушкой неподвижна, следует проверить сервоусилитель и сервомотор (рис. 94), а в индикаторе с вращающимся магнитным полем — импульсный вращающийся трансформатор (рис. 95).

5.3.7. Длина азимутальных отметок должна быть не менее рабочей длины развертки. Масштабные отметки, кратные большему азимуту (например, десятиградусные или тридцатиградусные отметки азимута), должны быть ярче масштабных отметок, кратных меньшему азимуту (например, пятиградусных или шестиградусных отметок азимута).

Проверять визуально по экрану индикатора.

В том случае, когда отсутствуют азимутальные отметки на экране индикатора, проверить осциллографом, включенным в режим ждущей развертки, наличие импульсов азимутальных отметок

на выходе генератора азимутальных отметок; при их отсутствии проверить последовательно режим работы датчика азимутальных отметок, каскада совпадения, генератора азимутальных отметок; при их наличии проверить режим работы импульсного смесителя (рис. 94).

Если органами регулировки не удается установить требуемую длину азимутальных отметок, необходимо проверить элементы схемы генератора азимутальных отметок, влияющие на длительность азимутальных отметок.

При яркости отметок, не удовлетворяющей требованию, необходимо установить органы регулировок, изменяющих амплитуду прямоугольных импульсов генератора азимутальных отметок, в положение, необходимое для нормальной яркости отметок.

Если органами регулировок не удается установить требуемую яркость, необходимо проверить элементы схемы генератора азимутальных отметок, влияющие на амплитуду азимутальных отметок.

5.3.8. Нелинейность развертки должна быть в пределах, указанных в ИЭ. Проверять по методике, указанной в п. 5.1.9.

Если требование не выполняется, следует проверить элементы, влияющие на линейность напряжения, снимаемого с выхода генератора напряжения развертки (рис. 94).

Например, в схеме (рис. 97) проверить переменные резисторы R10 — R12, R16, R19, R20, резисторы R17, R18, конденсатор C4 цепи отрицательной обратной связи, введением которой повышается линейность напряжения развертки.

5.4. ИНДИКАТОР «АЗИМУТ — ДАЛЬНОСТЬ» С ПРЯМОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ КООРДИНАТ

Общие сведения

5.4.1. Структурная схема индикатора приведена на рис. 98.

Индикатор состоит из следующих каналов:

— канал развертки дальности;
— канал развертки азимута;
— канал маркера;
— канал масштабных отметок дальности;
— видеоканал.

Каскады канала развертки дальности, видеоусилитель и импульсный смеситель видеоканала, делитель частоты канала маркера, каскады канала масштабных отметок дальности аналогичны каскадам, описанным в пп. 5.1.1 и 5.3.1.

Напряжение азимутальной развертки и управляющее напряжение по азимуту маркера последовательно проходят через коммутатор напряжений маркера и развертки, усиливаются в выходном каскаде и поступают на горизонтально отклоняющую катушку электронно-лучевой трубки.

Импульсы маркера, вырабатываемые в генераторе маркерного импульса, поступают на импульсный смеситель лишь в случае совпадения его по времени с импульсом генератора интервала в каскаде совпадения.

Проверяемые технические требования

5.4.2. Проверке подлежат следующие технические требования:
— положение развертки дальности;
— регулировка длины развертки дальности;
— превышение яркости масштабных отметок, кратных большей дальности, над масштабными отметками, кратными меньшей дальности;
— регулировка масштабов развертки (аналогично п. 5.3.4);
— регулировка ширины изображения на экране индикатора;
— установка маркера в любую точку рабочей части экрана;
— прохождение видеосигналов по видеоканалу.

Проверка технических требований

5.4.3. Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 99.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

5.4.4. На экране индикатора на всех масштабах должна быть вертикальная развертка дальности.

Длина линии развертки должна регулироваться в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора на всех масштабах, установив переменным резистором, регулирующим длину развертки, требуемую величину длины развертки дальности.

Примерный вид экрана приведен на рис. 100.

Возможные неисправности, встречающиеся в канале развертки дальности, указаны в пп. 5.1.3 и 5.3.3.

5.4.5. Регулировки яркости азимутальных и масштабных отметок дальности должны обеспечивать нормальную эксплуатационную яркость азимутальных и масштабных отметок дальности на экране индикатора. Проверять визуально по экрану индикатора.

Примерный вид экрана индикатора приведен на рис. 100.

Если яркость масштабных отметок недостаточна, следует проверить резисторы, составляющие делитель напряжения в цепи подачи импульсов масштабных отметок на импульсный смеситель.

В том случае, когда на экране индикатора отсутствуют масштабные отметки дальности, необходимо убедиться в наличии импульсов отметок на выходе канала масштабных отметок дальности, при их отсутствии последовательно проверить режимы работы каскадов канала масштабных отметок дальности.

5.4.6. Должна быть обеспечена возможность изменения ширины развертки азимута (горизонтального размера развертки) в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении оси переменного резистора, регулирующего горизонтальный размер развертки.

При отсутствии развертки необходимо проверить наличие управляющих напряжений импульсов интервала на входе коммутатора напряжений маркера и развертки (рис. 98). В том случае, когда управляющие напряжения и импульсы интервала есть, следует проверить режим работы коммутатора напряжений и выходного каскада.

Если наблюдается искажение развертки, необходимо отцентрировать отклоняющую систему индикатора. Центрирование электронного луча проводится перемещением регулировочных винтов, расположенных на основании магнитной системы.

5.4.7. Должна быть обеспечена возможность установки маркера на длину рабочей части экрана по дальности и возможность перемещения маркера на длину рабочей части экрана по азимуту.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органов регулировки положения маркера.

Если маркер на экране индикатора отсутствует, проверить осциллографом, включенным в режим ждущей развертки, наличие импульса маркера на выходе каскада совпадения канала маркера (рис. 98). При отсутствии импульса маркера проверить последовательно режим работы каскада задержки, генератора маркерного импульса, делителя частоты, генератора интервала, каскада совпадения.

В случае когда импульсы маркера на выходе каскада совпадения есть, проверить режим работы импульсного смесителя и выходного каскада.

Если маркер не устанавливается на длину рабочей части экрана по дальности, проверить наличие управляющего напряжения маркера по дальности и режим работы каскада задержки.

5.5. ИНДИКАТОР ВЫСОТЫ

Общие сведения

5.5.1. В качестве примера рассмотрен индикатор, который может работать в двух режимах: ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА и ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА.

Структурная схема индикатора высоты приведена на рис. 101.

Индикатор высоты состоит из следующих каналов:

— канал развертки дальности;

— канал вертикальной развертки;

— канал маркера высоты;

— канал масштабных отметок высоты;
— канал масштабных отметок дальности;
— канал маркера дальности.

Схема задержки и предварительный генератор маркерного импульса канала маркера дальности описаны в п. 5.4.1.

Генератор прямоугольных импульсов № 1 управляется импульсами запуска и вырабатывает прямоугольные импульсы, которые поступают на генератор напряжения дальности и в режиме ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА на каскад подсвета. Линейно изменяющееся напряжение генератора напряжения дальности, длительность которого определяется длительностью импульсов генератора прямоугольных импульсов, поступает на каскад горизонтальной развертки, на генератор напряжения высоты для формирования параболической составляющей напряжения высоты, а также на каскад срыва.

Отклоняющее напряжение каскада горизонтальной развертки создает линейно нарастающий ток в горизонтально отклоняющей катушке электроннолучевой трубки.

Генератор прямоугольных импульсов № 2 управляется импульсами запуска и вырабатывает прямоугольные импульсы, которые поступают на генератор напряжения высоты и в режиме ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА на каскад подсвета. Напряжение с генератора напряжения высоты подается на инвертор развертки высоты, на инвертор высоты. Импульсы отметок высоты, сформированные в каскаде формирования высоты, усиливаются в усилителе отметок высоты и подаются на видеоусилитель.

Синусоидальное напряжение кварцевого генератора синхронизирует предварительный каскад деления частоты, последний срабатывает от определенного числа синхронизирующих импульсов и формирует импульсы, которые используются для синхронизации оконечного каскада деления частоты и для формирования импульсов масштабных отметок, кратных меньшей дальности. Оконечный каскад деления частоты срабатывает от определенного числа синхронизирующих импульсов предварительного каскада деления частоты и формирует импульсы, которые используются для создания масштабных отметок, кратных большей дальности. В генераторе отметок дальности происходит формирование импульсов масштабных отметок дальности, которые затем поступают на видеоусилитель.

Оконечный генератор маркерного импульса вырабатывает импульс маркера дальности, который подается на видеоусилитель.

Импульсы масштабных отметок высоты и дальности, эхо-сигналов, маркеров высоты и дальности усиливаются в видеоусилителе. Суммарный сигнал поступает на модулятор электроннолучевой трубки.

Проверяемые технические требования

5.5.2. Проверке подлежат следующие технические требования:
— перемещение изображения на экране индикатора;

— регулировка яркости и фокусировки изображения (аналогично п. 5.3.5);

— установка маркера высоты на длину рабочей части экрана;

— превышение яркости масштабных отметок, кратных большей высоте, над масштабными отметками, кратными меньшей высоте;

— превышение яркости масштабных отметок, кратных большей дальности, над масштабными отметками, кратными меньшей дальности;

— установка маркера дальности на длину рабочей части экрана (аналогично п. 5.4.7);

— прохождение видеосигналов по каналу видеоусилителя (п. 5.1.10).

Проверка технических требований

5.5.3. Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 102.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоканала. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

5.5.4. Должно быть обеспечено перемещение изображения на экране индикатора по горизонтали и вертикали в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора на всех масштабах, установив органы регулировок, изменяющих положение изображения на экране, в положение, необходимое для выполнения требования.

Если развертка и светящееся пятно на экране индикатора отсутствуют, следует проверить наличие питающих напряжений, подаваемых на электроннолучевую трубку, при их наличии заменить трубку.

При наличии светящегося пятна на экране индикатора требуется проверить поступление импульса запуска, при его отсутствии проверить режимы работы каскадов, входящих в каналы развертки дальности и вертикальной развертки (рис. 101).

В том случае, когда изображение не изменяется по вертикали, требуется проверить режим работы каскада вертикальной развертки.

Если изображение не изменяется по горизонтали, требуется проверить режим работы каскада развертки дальности.

5.5.5. Должна быть обеспечена возможность установки маркера высоты на длину рабочей части экрана по высоте в обоих режимах работы индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органа регулировки положения маркера в обоих режимах работы индикатора.

Если маркер высоты на экране индикатора отсутствует, последовательно проверить наличие импульса маркера на выходе ка-

нала маркера высоты (рис. 101), напряжений высоты на входе канала маркера высоты. При наличии этих напряжений и при отсутствии импульса маркера проверить последовательно режимы работы каскадов, входящих в канал.

Если канал маркера высоты исправен, следует проверить видеоусилитель по методике, изложенной в п. 5.1.10.

В том случае, когда маркер не перемещается, следует проверить орган регулировки положения маркера и режим работы входного каскада этого канала.

5.5.6. На экране индикатора должны быть масштабные отметки высоты:

а) в режиме ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА — в виде горизонтальных линий;

б) в режиме ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА — в виде гипербол.

Масштабные отметки, кратные большей дальности (например, пятикилометровые), должны быть ярче масштабных отметок, кратных меньшей дальности (например, однокилометровые).

Проверять визуально по экрану индикатора в обоих режимах работы.

Примерные виды экрана индикатора в режимах работы ДАЛЬНОСТЬ — ВЫСОТА и ДАЛЬНОСТЬ — УГОЛ МЕСТА приведены на рис. 103 и 104 соответственно.

Если масштабных отметок на экране индикатора нет, проверить их наличие на выходе канала масштабных отметок высоты (рис. 101), в случае отсутствия проверить режим работы инвертора высоты, каскада формирования отметок высоты, усилителя отметок высоты.

При наличии масштабных отметок на выходе канала следует проверить режим работы видеоусилителя по методике, изложенной в п. 5.1.10.

Если яркость масштабных отметок не удовлетворяет требованию, необходимо проверить элементы, влияющие на амплитуду импульсов масштабных отметок.

5.5.7. На экране индикатора должны быть масштабные отметки дальности в виде вертикальных линий, менее яркие отметки меньшей дальности (например, 10-километровые) и более яркие отметки большей дальности (например, 50-километровые).

Проверять визуально по экрану индикатора.

Примерный вид масштабных отметок приведен на рис. 103 и 104.

Если масштабных отметок на экране индикатора нет, следует проверить наличие импульсов масштабных отметок на выходе генератора отметок дальности (рис. 101), в случае их отсутствия проверить последовательно режим работы кварцевого генератора, предварительного и оконечного делителей частоты, генератора отметок дальности.

Если яркость масштабных отметок дальности не удовлетворяет требованию, следует установить органы регулировок, изменяющих

амплитуду импульсов генератора отметок дальности, в положение, соответствующее требуемой яркости отметок.

В том случае, если с помощью регулировок требуемую яркость установить не удается, следует проверить режим работы генератора отметок дальности.

5.6. ИНДИКАТОР «ДАЛЬНОСТЬ — ДИРЕКЦИОННЫЙ УГОЛ» С СЕКТОРНЫМ РАСТРОМ

Общие сведения

5.6.1. Структурная схема индикатора «Дальность — дирекционный угол» с секторным растром приведена на рис. 105.

Индикатор состоит из следующих каналов:

— канал развертки дальности;
— канал дирекционной развертки;
— канал меток целеуказания;
— канал масштабных меток дальности;
— канал эталонного синусоидального напряжения.

Генератор развертки дальности синхронизируется импульсами запуска и выдает напряжение развертки дальности на модулятор электроннолучевой трубки.

На модуляторы канала дирекционной развертки подаются импульсы с генератора развертки дальности и модулирующие напряжения, имеющие формы синусоиды и косинусоиды. Промодулированные по амплитуде прямоугольные импульсы развертки дальности поступают на выходные усилители и создают в отклоняющих катушках токи, изменяющиеся по пилообразному закону.

Кварцевый генератор предназначен для получения высокостабильных синусоидальных колебаний. Эти колебания усиливаются в выходном каскаде и подаются на ограничители и импульсно-фазовый детектор.

Сформированные в ограничителе канала меток целеуказания из эталонного синусоидального напряжения прямоугольные импульсы запускают генератор калиброванных импульсов, напряжение которого поступает на каскады совпадения. В момент совпадения (по времени) селекторных импульсов и импульсов генератора калиброванных импульсов запускается генератор импульсов. Задержанные импульсы поступают на каскад формирования импульса ворот, который проходит на выходной каскад и далее на видеоусилитель лишь при совпадении по времени импульсов в каскаде совпадения.

Синусоидальное напряжение, вырабатываемое генератором синусоидальных колебаний, ограничивается в ограничителе и запускает генератор стробирующих импульсов и генератор синусоидальных колебаний. Фазы генерируемых генератором синусоидального напряжения импульсов и эталонного напряжения сравниваются между собой в импульсно-фазовом детекторе, который изме-

няет частоту генератора синусоидальных колебаний. Импульсы генератора стробирующих импульсов запускают генератор ударного возбуждения. Калиброванные импульсы с выхода генератора калиброванных импульсов усиливаются в выходном каскаде и поступают на видеоусилитель.

Проверяемые технические требования

5.6.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— величина центрального угла и длина секторного растра;

— регулировка яркости и фокусировки изображения (аналогично п. 5.2.5);

— число масштабных меток дальности;

— перемещение метки целеуказания на длину рабочей части экрана;

— нелинейность секторной развертки по дирекционному углу;

— прохождение видеосигналов по каскаду видеоусилителя (п. 5.1.10).

Проверка технических требований

5.6.3. Возможная схема проверки индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 106.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоусилителя. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 1.

5.6.4. Величина центрального угла и длина секторного растра на экране индикатора должны быть в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора. Примерный вид экрана индикатора приведен на рис. 107.

Если на экране индикатора нет растра и светящегося пятна (при наличии питающих напряжений), необходимо заменить электроннолучевую трубку.

В случае когда на экране индикатора нет растра, но наблюдается светящееся пятно, проверить наличие запускающих импульсов на входе генератора развертки дальности (рис. 105), при их наличии проверить режим работы генератора развертки дальности.

При искаженном растре проверить наличие косинусоидального и синусоидального напряжений на входе канала дирекционной развертки и режим работы модуляторов.

При несимметричном или смещенном по вертикали растре проверить режим работы выходных каскадов канала дирекционной развертки.

Если величина центрального угла и длина секторного растра не удовлетворяют требованию, следует установить органы регулировок, изменяющих угол и длину растра, в положение, необходимое для выполнения требования.

5.6.5. Число масштабных меток на экране индикатора должно быть в пределах, указанных в ИЭ. Проверять визуально по экрану индикатора.

Если масштабные отметки отсутствуют, необходимо убедиться в наличии эталонного синусоидального напряжения на входе канала масштабных отметок дальности (рис. 103); при отсутствии этого напряжения проверить режим работы кварцевого генератора.

Если эталонное синусоидальное напряжение на входе канала есть, следует проверить наличие синусоидального напряжения на выходе генератора ударного возбуждения; при его отсутствии проверить последовательно режимы работы генератора ударного возбуждения, генератора стробирующих импульсов, ограничителя, генератора синусоидальных колебаний. Если синусоидальное напряжение на выходе генератора ударного возбуждения есть, необходимо проверить режимы работы генератора калиброванных импульсов и ограничителя.

Регулировку синусоидального напряжения на выходе генератора ударного возбуждения рассмотрим на примере схемы, приведенной на рис. 108. Форма напряжения на его выходе приведена на рис. 109. В том случае, если риски расположены не на вершине синусоиды, необходимо настроить контур ударного возбуждения, вращая сердечник катушки индуктивности L1. Если амплитуда синусоиды переменна, установить ее постоянной, вращая ось переменного резистора R2.

5.6.6. Должно быть обеспечено перемещение метки целеуказания по площади экрана индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органа регулировки, изменяющей положение метки целеуказания.

Если отметки целеуказания на экране индикатора нет, следует проверить наличие импульса отметки целеуказания на выходе канала меток; при его отсутствии проверить режим работы каскадов, входящих в канал меток целеуказания.

Если метки целеуказания не перемещаются, следует проверить элементы схемы, влияющие на перемещение метки целеуказания по рабочей части экрана.

5.6.7. Нелинейность секторной развертки по дирекционному углу должна быть в пределах, указанных в ИЭ. Проверять визуально по экрану индикатора.

Нелинейность определять по формуле

$$H = \frac{2(l_1 - l_4)}{l_2 + l_3},$$

где l_1 — расстояние между первой отметкой дирекционного угла и краем сектора, *мм*;

l_2 — расстояние между первой и второй отметками дирекционного угла, *мм*;

l_3 — расстояние между предпоследней и последней отметками дирекционного угла, *мм*;

l_4 — расстояние между последней отметкой дирекционного угла и краем сектора, *мм*.

Расстояние измерять линейкой или бумагой с миллиметровыми делениями на последней отметке дальности. Пример измерения расстояний $l_1 - l_4$ для индикатора, имеющего три дирекционные отметки, приведен на рис. 110.

В том случае, если требование не выполняется, следует проверить режим работы генератора развертки дальности.

5.7. ИНДИКАТОР «ДАЛЬНОСТЬ — ДИРЕКЦИОННЫЙ УГОЛ» С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ РАСТРОМ

Общие сведения

5.7.1. Структурная схема индикатора «Дальность — дирекционный угол» с прямоугольным растром приведена на рис. 111.

Индикатор состоит из следующих каналов:

— канал развертки дальности;
— канал дирекционной развертки;
— канал подсвечивающих импульсов;
— канал масштабных меток дирекционного угла;
— канал тормозящих импульсов;
— канал масштабных отметок дальности;
— канал эталонного синусоидального напряжения (п. 5.6.1).

Каскады канала масштабных отметок дальности описаны в п. 5.6.1.

Пусковые импульсы запускают генератор прямоугольных импульсов, напряжение которого усиливается в усилителе и выходном каскаде, преобразуется в напряжение трапецоидальной формы и поступает в отклоняющие катушки. Демпфер стабилизирует форму трапецоидального напряжения.

В канале дирекционной развертки усиливается поступающее на его вход напряжение и подается в отклоняющую катушку.

Импульсы масштабных меток дирекционного угла усиливаются в усилителе канала тормозящих импульсов и запускают генератор тормозящих импульсов, напряжение которого подается на усилитель канала дирекционной развертки.

Импульсы подсветки поступают на управляющий электрод электроннолучевой трубки лишь при совпадении импульсов в каскаде совпадения канала подсвечивающих импульсов.

Проходя через формирующий каскад, импульсы масштабных меток дирекционного угла подаются на модулятор и далее поступают на управляющий электрод электроннолучевой трубки.

Проверяемые технические требования

5.7.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— перемещение растра по горизонтали и вертикали экрана индикатора;

— регулировка яркости и фокусировки изображения (аналогично п. 5.3.5);

— совпадение крайних масштабных меток с масштабной сеткой на экране индикатора;

— нелинейность развертки по дальности;

— прохождение видеосигналов по каскаду видеоусилителя (п. 5.1.10).

Проверка технических требований

5.7.3. Возможная схема индикатора на рабочем месте (вне станции) приведена на рис. 112.

Генератор импульсов № 1 применяется для запуска канала развертки; генератор импульсов № 2 — для проверки видеоусилителя. Генератор импульсов № 2 должен быть синхронизирован импульсами генератора импульсов № 2.

5.7.4. Должно быть обеспечено перемещение растра по горизонтали и вертикали экрана индикатора в пределах, указанных в ИЭ.

Проверять визуально по экрану индикатора при вращении органов регулировки перемещения растра.

Примерный вид растра на экране индикатора показан на рис. 113.

Перемещение растра на экране индикатора зависит от величины постоянного тока, протекающего в отклоняющих катушках.

Если растр не перемещается по горизонтали экрана, следует проверить элементы цепи подачи постоянного тока в строчные отклоняющие катушки, а также регулировки, позволяющие изменять величину этого тока.

В том случае, когда растр не перемещается по вертикали, следует проверить элементы цепи подачи постоянного тока в кадровые отклоняющие катушки, а также регулировки, позволяющие изменять величину этого тока.

5.7.5. Крайние масштабные метки растра должны совпадать с масштабной сеткой на экране индикатора.

Проверять визуально по экрану индикатора.

При несовпадении следует, вращая регулировки изменения длины и ширины растра, отрегулировать положение растра.

На длину и ширину растра влияет амплитуда пилообразных напряжений, поступающих на отклоняющую систему с каналов развертки дальности и дирекционной развертки соответственно (рис. 111).

Если требование не выполняется, проверить режим работы каскадов канала развертки дальности или усилителя канала дирекционной развертки.

5.7.6. Нелинейность развертки по дальности должна быть в пределах, указанных в ИЭ. Проверять визуально по экрану индикатора.

Нелинейность определять по формуле

$$H = \frac{l_1 - l_2}{l_3} \cdot 100\ \%,$$

где l_1 — расстояние между первой и второй отметками дальности, *мм*;

l_2 — расстояние между второй и третьей отметками дальности, *мм*;

l_3 — расстояние между предпоследней и последней отметками дальности, *мм*.

Расстояние измерять линейкой или бумагой с миллиметровыми делениями. Пример измерения расстояний $l_1 - l_3$ для индикатора, имеющего пять отметок дальности, приведен на рис. 114.

Расстояние между масштабными отметками дальности зависит от длительности фронта пилообразного напряжения, снимаемого с выхода канала развертки дальности.

На рис. 115 приведена схема усилителя, в котором формируется пилообразное напряжение. В данном случае длительность фронта пилообразного напряжения зависит от постоянной времени заряда конденсатора С1, определяемой величиной переменного резистора R5. При несоответствии линейности данным, указанным в ИЭ, необходимо проверить величины элементов, входящих в цепь заряда конденсатора С1, резисторов R1, R2, R5 и конденсатора С1.

6. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

В настоящем разделе приведены сведения по ремонту выпрямителей фильтров источников питания, электронных, полупроводниковых и феррорезонансных стабилизаторов, регуляторов и преобразователей напряжения.

6.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Внимание! При работе с источниками питания соблюдать все правила техники безопасности, установленные для работы с высокими напряжениями.

Кроме того, при работе с высоковольтными выпрямителями соблюдать следующие требования:

— замену элементов монтажа можно выполнять только при отключении напряжения питания и разряда высоковольтных конденсаторов;

— замену высоковольтных цепей монтажа выполнять, соблюдая расположение элементов и монтажа аналогично заменяемым, не допускается временный навесной монтаж, не имеющий жесткого закрепления;

— любое присоединение и отсоединение приборов и других элементов схемы (особенно требующих разрыва цепи высокого напряжения) выполнять только после отключения напряжения питания и разряда высоковольтных конденсаторов фильтра выпрямителя;

— провода, которыми измерительные приборы подключаются к высоковольтным цепям, должны быть высоковольтные;

— во время измерений запрещается касаться измерительных приборов, цепей нагрузки и соединительных проводов.

6.1.1. Во время ремонта источников питания в общем случае рекомендуется выполнять операции, указанные ниже.

6.1.2. Произвести частичную разборку, минимально необходимую для дефектации блоков, субблоков или узлов.

После разборки провести дефектацию элементов внешним осмотром и измерением с помощью измерительных приборов, устранить замеченные дефекты и заменить обнаруженные неисправные

элементы. Последовательность разборки выполнять в соответствии с указаниями, приведенными в ИЭ станции и частном руководстве по ремонту.

6.1.3. Электронные и ионные приборы проверить на испытателе ламп. При установке электронных и ионных приборов на свои места проверить исправность замков, которые крепят их в рабочем положении.

Работоспособность электронных и ионных приборов, которые невозможно проверить на испытателе ламп, проверять по месту их установки в источнике питания.

6.1.4. Проверить мегомметром сопротивление изоляции цепей, если имеются соответствующие указания в ИЭ и частном руководстве по ремонту.

6.1.5. Проверить исправность блокировок шкафов и крышек шасси. При внешнем осмотре блокировок убедиться, что контактные поверхности блокировок не имеют следов нагара и окислов. Одновременно проверить исправность пружинящих контактов.

6.1.6. Проверить систему охлаждения. Система воздушного охлаждения должна обеспечивать приток воздуха к охлаждаемым элементам, что обеспечивается правильным направлением вращения лопастей вентиляторов.

6.1.7. Убедиться, что встроенные приборы прошли контрольную проверку. Если срок действия контрольной проверки истек, провести ее.

6.1.8. У высоковольтных источников питания проверить внешним осмотром высоковольтные цепи и элементы (изоляторы, шины, провода). Высоковольтные провода не должны иметь разрушений внешней изоляции. Поверхность изоляторов и контактов высоковольтных элементов не должна быть загрязнена.

6.1.9. Собрать источник питания. Установить снятые ранее блоки и элементы. При сборке обратить внимание на правильность сочленения узлов (субблоков), регулировку направляющих штырей разъемов.

6.1.10. Подключить питающие напряжения и включить источник питания. В случае проверки источника питания непосредственно в станции он должен обеспечивать питание всех блоков станции, работу которых он обеспечивает в реальных условиях. В случае проверки источника питания отдельно от станции он должен быть нагружен номинальным током по каждому выходу. Маломощные источники (блоки) питания рекомендуется проверять вне станции на рабочем месте при подключении нагрузки, обеспечивающей регулировку тока нагрузки в пределах, предусмотренных частным руководством по ремонту.

Проверить работу выпрямителя стабилизатора, исправность фильтров, преобразователя и других устройств, как описано в соответствующих подразделах настоящего раздела.

6.1.11. Проверку высоковольтных выпрямителей в войсковых условиях рекомендуется выполнять в кабине станции, когда выпря-

митель нагружен на работающие блоки станции, поскольку изготовление высоковольтной нагрузки представляет трудности.

6.1.12. При проверке параметров и регулировке источников питания применять приборы класса точности, указанного в соответствующих разделах, если нет особых указаний в ТО, ИЭ или частных руководствах по ремонту.

6.2. ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Общие сведения

6.2.1. Выпрямительные устройства предназначены для получения напряжения постоянного тока из напряжения переменного тока. При этом параметры напряжения постоянного тока должны быть не хуже указанных в эксплуатационной документации. Исходя из назначения выпрямительные устройства, как правило, состоят из трансформатора, используемого для получения напряжения определенной величины, и вентилей, обеспечивающих одностороннюю проводимость тока в цепи питания нагрузки.

6.2.2. Выпрямительные устройства стабилизированных источников питания и преобразователей напряжения рекомендуется проверять совместно с ними, как указано в соответствующих разделах. В случае отыскания неисправностей их можно проверять отдельно. При этом полученные измерением данные выпрямленных напряжений и пульсации сравнивать с данными, указанными в таблицах напряжений.

6.2.3. Ремонт селеновых вентилей, селеновых выпрямительных столбов трансформаторов и дросселей описан в Общем руководстве по среднему ремонту ракетного радиотехнического и артиллерийского вооружения, часть 1, Воениздат, 1971.

6.2.4. Выпрямительные устройства, рассматриваемые в настоящем подразделе, могут быть собраны по однотактной схеме (однофазная однополупериодная схема, двухфазная двухполупериодная схема, трехфазная схема с нулевой точкой) или двухтактной схеме (однофазная мостиковая схема и трехфазная мостиковая схема — схема Ларионова), а также по схеме с удвоением напряжения.

В настоящем подразделе рассматриваются только общие для всех перечисленных схем параметры и их регулировка, а также некоторые особенности проверки отдельных параметров.

Проверяемые технические требования

6.2.5. В выпрямительных устройствах проверке подлежат следующие технические требования:

— величина выпрямленного напряжения;

— пределы регулировки выпрямленного напряжения;

— напряжение пульсации; напряжение пульсации и ремонт схем фильтров описаны в подразд. 6.3.6 настоящего Руководства по ремонту.

Проверка технических требований

6.2.6. Выпрямленное напряжение должно быть в пределах, указанных в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

Проверять по схеме рис. 116 в следующем порядке:

— установить на входе выпрямительного устройства номинальное напряжение питания по прибору класса не хуже 2,5;

— с помощью переменного резистора R6 установить номинальный ток нагрузки, величина которого указана в частном руководстве по ремонту; если источник питания проверяется в составе шкафа, номинальный ток нагрузки обеспечивается при работе остальных блоков, которые питаются от данного источника питания; если источник питания имеет несколько выпрямителей, работающих от одного силового трансформатора, все выпрямители должны быть нагружены номинальным током (схема рис. 116 составлена для случая трех выпрямителей, работающих от одного силового трансформатора);

— измерить выпрямленное напряжение на нагрузке вольтметром постоянного тока класса точности не хуже 1,5.

Если выпрямленное напряжение меньше допустимого, проверить исправность выпрямительных вентилей. Селеновые вентили при длительных перерывах в работе следует отформовать, как указано в Общем руководстве по среднему ремонту ракетного, радиотехнического и артиллерийского вооружения, часть 1, Воениздат, 1971. Если селеновые вентили формовке не поддаются, их следует заменить. В силу старения селеновых вентилей и связанного с ним увеличения внутреннего сопротивления рекомендуется заменять их комплектно, т. е. в каждой фазе (плече) выпрямителя. При невыполнении этого условия может резко увеличиться пульсация выпрямленного напряжения.

При использовании в качестве вентилей кенотронов уменьшение выпрямленного напряжения объясняется потерей эмиссии кенотронов, которые в этом случае подлежат замене.

Если в выпрямителе сгорели вентили, установленные в отдельных фазах (плечах) выпрямителя, то это также влияет на уменьшение выпрямленного напряжения.

6.2.7. Пределы регулировки выпрямленного напряжения выпрямителей должны быть в пределах, указанных в ИЭ или частном руководстве по ремонту.

Проверять по схеме рис. 116 совместно с проверкой по п. 6.2.6. Напряжение измерять при крайних значениях регулировки, имеющейся в блоке, при номинальном напряжении питания и номинальном токе нагрузки.

6.3. ЭЛЕКТРОННЫЕ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Общие сведения

6.3.1. Электронные и полупроводниковые стабилизаторы напряжения предназначены для поддержания постоянства напряжения на входе потребителей. При изменении напряжения питания и тока нагрузки стабилизаторы напряжения позволяют также резко снизить пульсацию выходного напряжения.

6.3.2. Ввиду того что в эксплуатационной и ремонтной документации стабильность выпрямленного напряжения на выходе стабилизаторов оценивается по-разному, ниже приводим следующие понятия:

— **коэффициент стабилизации напряжения**

$$K = \frac{\Delta X}{X} : \frac{\Delta U_{ст}}{U_{ст}},$$

где K — коэффициент стабилизации напряжения;

ΔX — максимальное отклонение дестабилизирующего фактора (входного напряжения, тока нагрузки, частоты питающей сети);

X — номинальное значение дестабилизирующего фактора;

$\Delta U_{ст}$ — максимальное отклонение стабилизированного напряжения от номинального значения;

$U_{ст}$ — номинальное значение стабилизированного напряжения;

— **стабильность выпрямленного напряжения**

$$U_{ст} = \frac{\Delta U_{ст}}{U_{ст}} \cdot 100\ \%,$$

где $\Delta U_{ст}$ — максимальное отклонение стабилизированного напряжения от номинального значения при изменении напряжения питания или тока нагрузки или при одновременном изменении как напряжения питания, так и тока нагрузки, если это оговорено в ремонтной или эксплуатационной документации;

$U_{ст}$ — стабильность напряжения на выходе стабилизатора;

— **напряжение нестабильности** на выходе стабилизатора, указываемого чаще всего в ремонтной документации, что позволяет избавиться от подсчетов и сократить время, затрачиваемое на измерение.

Приведенные соотношения позволяют перейти к любой оценке стабильности напряжения стабилизированных источников питания. Величина напряжения пульсации в эксплуатационной и ремонтной документации может оцениваться коэффициентом пульсации ($K_п$)

или абсолютной величиной напряжения пульсации ($U_{пер}$). Перевод этих значений выполнять по формуле

$$K_п = \frac{U_{пер}}{U_{вып}} \cdot 100\ \%,$$

где $U_{вып}$ — номинальное значение выпрямленного напряжения.

Если напряжение пульсации измерялось ламповым вольтметром или осциллографом, отклонение луча которого градуировалось в действующих значениях напряжения, коэффициент пульсации определять по формуле

$$K_п = \frac{U_{пер}}{U_{вып}} \cdot 100\ \%.$$

Проверяемые технические требования

6.3.3. Проверке подлежат следующие технические требования:

— величина стабилизированного напряжения;

— напряжение нестабильности стабилизированного напряжения;

— напряжение пульсации.

Проверка технических требований

6.3.4. Стабилизированное напряжение на выходе стабилизатора должно соответствовать величине, указанной в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

Напряжение измерять вольтметром класса точности не хуже 2,5.

Если напряжение на выходе стабилизатора не соответствует требуемому, отрегулировать его переменным резистором $R_п$ (рис. 117—120) или R2 (рис. 121, 122). Если переменным резистором напряжение установить не удается, проверить резисторы R6, R9 (рис. 119), R1, R2 (рис. 120), R1, R3 (рис. 121, 122) и проверить исправность стабилитрона ($Л_о$), а также полупроводниковых стабилитронов (рис. 119, 121, 122).

Если в этом случае выходное напряжение стабилизатора мало, проверить исправность регулирующей и усилительной ламп (рис. 117, 118, 120) или усилительных и регулирующих триодов (Тр1, Ту1, Ту2, рис. 121, или Тр1, Тр2, Тс1, Тс2, Ту1, Ту2, рис. 122, или Тр1, Ту1, Тс1, рис. 119).

6.3.5. Напряжение нестабильности на выходе стабилизатора должно быть не более значения, указанного в ИЭ или частном руководстве по ремонту.

Проверять одним из следующих методов в зависимости от условий целесообразного применения и точности.

Метод непосредственного отсчета.

Указанный метод рекомендуется применять для проверки низкостабилизированных источников питания, если имеется в наличии вольтметр, имеющий цену деления шкалы, позволяющую отсчи-

тать напряжение нестабильности при подключении прибора на выход стабилизатора. Класс точности прибора рекомендуется выбирать не хуже 2,5.

Дифференциальный метод с использованием вспомогательного стабилизированного источника питания и лампового вольтметра.

Метод рекомендуется в том случае, если требуется измерить нестабильность напряжения в пределах от 0,01 *в* до десятков вольт. Напряжение нестабильности измерять по схеме рис. 123 следующим образом:

— по вольтметру V1 установить номинальное напряжение сети;

— ламповый вольтметр установить на наибольший предел измеряемого напряжения;

— установить номинальный ток нагрузки по амперметру (миллиамперметру) A1;

— установить выходное напряжение вспомогательного источника питания примерно равным выходному напряжению проверяемого источника питания;

— уменьшить предел измерения лампового вольтметра до значения, в 2—4 раза превышающего напряжение нестабильности проверяемого источника питания. Одновременно с уменьшением предела измерения лампового вольтметра изменять выходное напряжение вспомогательного стабилизированного источника питания так, чтобы стрелка лампового вольтметра установилась на середину шкалы;

— изменяя сопротивление нагрузки и напряжение источника питания в заданных пределах, записать минимальное (U_1) и максимальное (U_2) показания лампового вольтметра;

— определить напряжение нестабильности ($\Delta U_{ст}$) как разность показаний между максимальным и минимальным показаниями лампового вольтметра:

$$\Delta U_{ст} = U_2 - U_1.$$

Следует отметить, что в схеме рис. 123 замена лампового вольтметра на вольтметр другого типа не допускается, так как в случае пропадания одного из напряжений (например, при перегорании предохранителя) вольтметр получит многократную перегрузку и может выйти из строя. Ламповые вольтметры, как правило, допускают большие перегрузки.

В качестве вспомогательного стабилизированного источника питания рекомендуется выбирать такой, у которого корпус не соединен с выходными клеммами выпрямителя, чтобы в целях техники безопасности обеспечить заземление корпуса.

Ламповый вольтметр постоянного тока включать в разрыв цепи, которая соединена с корпусом проверяемого источника питания, что обеспечивает возможность заземления корпуса вольтметра.

Если напряжение нестабильности больше допустимого, проверить исправность (пригодность для дальнейшей эксплуатации) стабилитронов $Л_0$ (рис. 117—120) или кремниевых стабилитронов (Д).

Исправность кремниевых стабилитронов можно определить по

схеме путем измерения напряжения, которое в случае исправности стабилитрона должно быть в пределах, указанных в табл. 7.

Таблица 7

Тип стабилитрона	Д-808	Д-809	Д-810	Д-811	Д-813	Д-814	Д-814А	Д-814Б	Д-814В	Д-814Г
Напряжение на стабилитроне	7—8,5	8—9,5	9—10,5	10—12	11,5—14	7—8,5	8—9,5	9—10,5	10—12	11,5—14

Если стабилитроны пригодны для дальнейшей эксплуатации, проверить исправность усилительной лампы Лу (рис. 117, 118, 120) или триодов Ту1, Ту2 (рис. 121, 122) и Ту1 (рис. 119), а при исправных триодах проверить согласующие триоды Тс1 и Тс2. Если же стабильность выпрямленного напряжения от изменения сопротивления нагрузки хуже допустимой, заменить транзисторы Тр1 и Тр2.

Правильная работа параллельно включенных транзисторов Тр1 и Тр2 возможна при выполнении следующего условия:

$$\frac{b_1 + 1}{R_{вх_1}} = \frac{b_2 + 1}{R_{вх_2}} = \ldots = \frac{b_n + 1}{R_{вх_n}},$$

где b_1, b_2, ..., b_n — значения коэффициентов усиления по току каждого транзистора;

$R_{вх_1}$, $R_{вх_2}$, ..., $R_{вх_n}$ — входное сопротивление каждого транзистора.

Поэтому при замене одного из транзисторов Тр1, Тр2 в схемах (рис. 121 и 122) необходимо отрегулировать схему резисторами R12, R13 так, чтобы достичь точного выполнения условия, обеспечивающего правильную работу стабилизатора.

Дифференциальный метод с использованием конденсатора и электростатического вольтметра

Этот метод самый простой и в то же время не уступает по точности описанному выше методу. Метод основан на использовании конденсаторов с очень большим сопротивлением изоляции (не менее 10 000 Мом), например, фторопластовых или стирофлексных и электростатических вольтметров.

Указанный метод является самым лучшим при проверке стабильности высоковольтных источников питания любой мощности.

Напряжение нестабильности измерять по схеме, приведенной на рис. 124 следующим образом:

— разомкнуть выключатель В и включить проверяемый источник питания;

— установить по вольтметру V1 номинальное напряжение питания, а по амперметру (миллиамперметру) A1 — номинальный ток нагрузки;

— нажать кнопку К, замкнуть (включить) выключатель В, а затем отпустить кнопку К; при этом конденсатор С зарядится до номинального выпрямленного напряжения; электростатический вольтметр покажет отсутствие напряжения, так как к нему будут приложены два напряжения (напряжение проверяемого стабилизированного источника питания и напряжение, до которого зарядился конденсатор С), равные по величине и противоположные по знаку;

— изменяя в заданных пределах напряжение питания и сопротивление нагрузки, отсчитать величину напряжения по шкале электростатического вольтметра, зная, что как увеличение выпрямленного напряжения, так и уменьшение вызовет отклонение светового визира вольтметра в сторону увеличения показаний.

Поэтому для определения величины напряжения нестабильности необходимо на электростатическом вольтметре напряжение отсчитывать дважды, затем эти величины сложить. Первый отсчет произвести по максимальному отклонению светового визира вольтметра при увеличении показаний по вольтметру V2 относительно номинального значения. Второй отсчет произвести по максимальному отклонению светового визира вольтметра при уменьшении показаний по вольтметру относительно номинального значения.

Если во время измерения напряжения питания или тока нагрузки световой визир электростатического вольтметра дойдет до конца шкалы, это напряжение следует запомнить, затем нажать кнопку К и отсчет продолжать снова от начала шкалы. В этом случае для определения напряжения нестабильности к полученным показаниям электростатического вольтметра надо прибавлять напряжение, которое мы запомнили от предыдущих измерений до нажатия кнопки К.

Для измерения малых напряжений нестабильности рекомендуется собрать схему рис. 125. Минимальное напряжение, которое можно измерить по этой схеме при пользовании низковольтными электростатическими вольтметрами, составляет половину цены деления средней части шкалы.

В отличие от предыдущей схемы эта схема полярная. Напряжение нестабильности измерять по схеме рис. 125 в следующем порядке:

— нажать кнопку К и замкнуть выключатель В;

— к клеммам 1 и 2 подключить выводы от среднего и одного крайнего выводов переменного резистора R1, как показано на схеме;

— установить ручку переменного резистора R1 в такое положение, при котором световой визир электростатического вольтметра установится на каком-то оцифрованном значении, примерно в середине шкалы, записать (запомнить) это напряжение $U_в$;

— отключить выводы потенциометра вначале от клеммы 2, а

затем от клеммы 1, отпустить кнопку К и выключить выключатель В;

— включить проверяемый источник питания и по вольтметру V1 установить номинальное напряжение питания;

— после того как выпрямитель прогреется (через 2—3 *мин*), установить по прибору А1 номинальный ток нагрузки выпрямителя;

— нажать и отпустить кнопку К;

— изменяя в заданных пределах напряжение питания и сопротивления нагрузки, отсчитать по электростатическому вольтметру отклонение напряжения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения показаний от значения напряжения ($U_в$), которое мы записали; сумма отклонения напряжения в одну и другую сторону составит величину напряжения нестабильности; следует помнить, что при сборке схем рис. 124 и 125 необходимо соблюдать следующие условия: контакты 1 и 2, кнопка К и ее контакты должны быть укреплены на изоляционной плате с высокими изоляционными свойствами (например, из полистирола);

— монтажные провода, указанные на схеме утолщенными линиями, во избежание разряда конденсатора С2 не должны касаться предметов, имеющих низкое сопротивление изоляции.

6.3.6. Напряжение пульсации на выходе стабилизированных источников питания должно быть не более значений, указанных в ИЭ, ТО или частных руководствах по ремонту.

Напряжение пульсации измерять только при номинальном токе нагрузки и при номинальном напряжении питания. В трехфазных выпрямителях перед измерением напряжения пульсации необходимо точно установить напряжение питания в каждой фазе (с указанными допусками), поскольку асимметрия напряжения питания в 10% вызывает увеличение напряжения пульсации более чем в 1,5 раза.

Напряжение пульсации измерять по схеме соединений, приведенной на рис. 126, приборами (ламповым вольтметром переменного тока и осциллографом), позволяющими измерить указанные в требованиях напряжения пульсации. Конденсатор С, указанный на схеме рис. 126, устанавливать только в том случае, если в приборе не предусмотрен конденсатор или его рабочее напряжение ниже постоянного напряжения проверяемого источника питания. Емкость конденсатора С выбирать из условия, чтобы его емкостное сопротивление на частоте пульсации было бы не менее чем в 100 раз меньше входного сопротивления вольтметра совместно с резистором R3, т. е.

$$\frac{100}{2\pi f_n C} \leqslant \frac{R_3 R_{вх}}{R_3 + R_{вх}},$$

где f_n — частота пульсаций, *гц*.

Кроме того, $\tau = RC$ должна быть не более значения 0,2 *сек*.

Резистор R3 в схеме рис. 126 используется для того, чтобы на входе прибора за счет тока утечки конденсатора С не возникло

высокого постоянного напряжения. При использовании бумажных конденсаторов емкостью до 10 *мкф* резистор R выбирают величиной не более 20 *Мом*. С другой стороны, резистор R3 не должен сильно шунтировать ламповый вольтметр, чтобы не потребовался конденсатор большой емкости.

Если напряжение пульсации больше допустимого, проверить исправность фильтра, как указано в подразд. 6.4.

При исправном фильтре проверить элементы стабилизаторов, влияющих на пульсацию напряжения. На схемах стабилизаторов (рис. 117—120) основным элементом, сглаживающим пульсацию напряжения и уменьшающим внутреннее сопротивление стабилизатора, являются конденсаторы C1 и C2, имеющие емкость от 0,1 до 4 *мкф*.

Если во время ремонта был нарушен монтаж схемы стабилизатора, это может привести к резкому увеличению пульсации, что объясняется самовозбуждением схемы стабилизатора.

Наличие самовозбуждения в схеме стабилизатора можно проверить с помощью осциллографа, подключенного через конденсатор емкостью 0,1—0,3 *мкф* на выход стабилизатора. В этом случае на экране осциллографа будет наблюдаться синусоидальное напряжение частотой несколько килогерц или десятков килогерц. Самовозбуждение схем может быть также вследствие выхода из строя конденсатора C1. Для устранения самовозбуждения схемы стабилизатора рекомендуется увеличить емкость конденсатора C1 или добавить в схему резистор R5 величиной 10—40 *ом*, поскольку указанное сопротивление не ухудшает стабильности выходного напряжения.

В некоторых схемах стабилизаторов для увеличения тока нагрузки применяют параллельное соединение регулирующих ламп, в целях устранения самовозбуждения в цепи управляющих сеток этих ламп могут устанавливаться резисторы 100—500 *ом*.

Для уменьшения пульсации в схемах рис. 121 и 122 установлены конденсаторы C1, которые могут быть неисправны при эксплуатации. В случае самовозбуждения схемы надо проверить исправность конденсаторов C2 и C3.

6.4. ФИЛЬТРЫ В ЦЕПЯХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Общие сведения

6.4.1. Фильтры в цепях выпрямителей переменного напряжения предназначены для уменьшения пульсаций выпрямленных напряжений.

В радиотехнических изделиях находят применение следующие фильтры:

— индуктивно-емкостные;

— реостатно-емкостные;

— резонансные;
— полупроводниковые.

В настоящем разделе приведены рекомендации по проверке фильтров и устранению неисправностей фильтров при рассмотрении конкретных примеров.

Конструктивно фильтры или собираются на отдельных платах, или объединяются в одном блоке (субблоке) с выпрямителем.

Проверка фильтров

6.4.2. Напряжение пульсации на выходе фильтра должно быть не более значений, указанных в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту. Проверять по методике, изложенной в п. 6.3.6.

Если напряжение пульсации больше допустимого, то проверить осциллограмму выпрямленного напряжения. Если осциллограмма выпрямленного напряжения соответствует осциллограмме рис. 127, *б*, то это свидетельствует о неисправности соответствующих вентилей, а в случае применения кенотронов соответствует потере эмиссии одной половины кенотрона. Если же осциллограмма напряжения соответствует рис. 127, *а*, то неисправен один из вентилей выпрямителя.

Индуктивно-емкостной фильтр

Наиболее частой причиной неисправности индуктивно-емкостного фильтра является неисправность конденсаторов (потеря емкости) и наличие короткозамкнутых витков в дросселе. Неисправные конденсаторы необходимо заменить, а неисправный дроссель, если он ремонтопригоден, отремонтировать, как указано в Общем руководстве по среднему ремонту ракетного, радиотехнического и артиллерийского вооружения, часть 1, Воениздат, 1971.

Исправность рекомендуется определять измерением индуктивности при работе дросселя в схеме выпрямителя, как указано в Общем руководстве по среднему ремонту ракетного, радиотехнического и артиллерийского вооружения, часть 1, Воениздат, 1971.

Фильтры, выполненные на полупроводниковых триодах

На рис. 128 и 129 приведены две схемы фильтров на полупроводниковых триодах. В схеме П-образного фильтра, выполненного на полупроводниковом триоде (рис. 126), могут выйти из строя конденсаторы С1 и С2, которые, как правило, бывают электролитическими и имеют величину порядка 10—100 *мкф*. При коротких замыканиях на выходе фильтра, а также при токе нагрузки выше допустимого выходит из строя полупроводниковый триод ПТ1. Выход из строя трансформатора Тр и конденсаторов С3 и С4 бывает крайне редко. В схеме рис. 127 часто выходят из строя конденсаторы С1 и С2 и диод Д1. При неисправности триодов рекомендуется применять триоды, имеющие коэффициент усиления по току $\alpha = 0{,}886—0{,}92$.

6.5. ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ

Общие сведения

6.5.1. Феррорезонансные стабилизаторы предназначены для стабилизации напряжения переменного тока, используемого для питания блоков станции. Конструктивно феррорезонансные стабилизаторы в основном выполняются в виде самостоятельных блоков, которые могут размещаться как в шкафах (стойках), так и отдельно от них.

6.5.2. Технические требования, предъявляемые к феррорезонансным стабилизаторам, проверять только при указанном в конкретных требованиях токе нагрузки. Величина тока нагрузки, как правило, большая и требует применения ползунковых реостатов большой мощности. Поэтому в войсковых условиях феррорезонансные стабилизаторы рекомендуется проверять непосредственно в станции при работе на реальную нагрузку.

Проверяемые технические требования

6.5.3. Проверке подлежат следующие технические требования:

— стабильность выходного напряжения при изменении напряжения сети; для некоторых стабилизаторов, работающих на переменную нагрузку, проверяется стабильность от изменения как напряжения сети, так и тока нагрузки;

— ток, потребляемый от сети, при номинальном токе нагрузки.

Проверка технических требований

6.5.4. Стабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания должна быть не хуже стабильности, указанной в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

Стабильность измерять по схеме рис. 130 вольтметром переменного тока, имеющим цену деления шкалы, обеспечивающую отсчет допустимого изменения напряжения. Ток нагрузки устанавливать по амперметру класса точности не хуже 2,5.

Порядок измерения стабильности следующий:

— регулятором напряжения по вольтметру V1 класса точности не хуже 2,5 установить номинальное напряжение питания ($U_{ном}$);

— с помощью реостатов установить номинальный ток нагрузки;

— изменяя напряжение питания в заданных пределах, по вольтметру V2 отсчитать отклонение напряжения на нагрузке от номинального значения (ΔU);

— определить стабильность феррорезонансного стабилизатора по формуле

$$U_{ст} = \frac{\Delta U_{\sim}}{U_{ном}} \cdot 100\ \%,$$

где $U_{ст}$ — стабильность выходного напряжения феррорезонансного стабилизатора;

$\Delta U_{\sim}$ — отклонение напряжения на нагрузке при изменении напряжения питания в заданных пределах, *в*;

$U_{ном}$ — номинальное значение напряжения на нагрузке, *в*.

Если стабильность выходного напряжения стабилизатора хуже допустимого значения, измерить ток, потребляемый стабилизатором от сети, после чего определить неисправность.

В качестве примера для описания характерных неисправностей на рис. 131 приведена одна из распространенных схем феррорезонансных стабилизаторов.

В этой схеме увеличение потребляемого тока возможно вследствие наличия короткозамкнутых витков в основной обмотке дросселя и в обмотке автотрансформатора, а также уменьшения емкости С, которая включает в себя, как правило, несколько параллельно соединенных конденсаторов. Небольшое увеличение и уменьшение тока (5—10%) может быть при неправильной регулировке диамагнитного зазора, установленного после ремонта дросселя.

6.5.5. Ток, потребляемый феррорезонансным стабилизатором от сети, должен быть в пределах, указанных в ИЭ, ТО или частных руководствах по ремонту.

Ток, потребляемый от сети, рекомендуется проверять в том случае, если стабильность выходного напряжения феррорезонансного стабилизатора хуже допустимой.

Проверять амперметром переменного тока класса точности не хуже 2,5 при номинальном напряжении питания и номинальном токе нагрузки, предварительно проверив п. 6.5.4. Причины отклонения величины тока от номинального значения приведены в п. 6.5.4.

6.6. РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Общие сведения

6.6.1. В настоящем подразделе описаны автотрансформаторные регуляторы напряжения, предназначенные для регулировки напряжения переменного тока, используемого для питания станции или ее блоков.

Ввиду большой мощности регуляторов и трудности создания нагрузки рекомендуется регуляторы напряжения проверять непосредственно в станции при ее комплексной проверке.

Материалы, изложенные в настоящем подразделе, распространяются на однофазные и трехфазные регуляторы напряжения как ручные, так и автоматические.

Конструктивно ручные регуляторы могут быть как с непосредственным (местным) управлением, так и с дистанционным управлением.

При этом ручные регуляторы напряжения в основном имеют конструкцию, аналогичную конструкции регуляторов типа ЛАТР, а автоматические регуляторы напряжения в основном используют автотрансформаторы типа РНТ с механизмом поворота и исполнительным двигателем.

Ручные регуляторы напряжения с дистанционным управлением имеют исполнительный двигатель, цепи управления которого выведены на пульт управления.

Автоматические регуляторы напряжения, как правило, делятся на следующие составные части:

— автотрансформатор;
— механизм вращения с исполнительным двигателем;
— электронный блок управления электродвигателем.

Проверяемые технические требования

6.6.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— пределы регулировки напряжения;
— потребляемый ток;
— отсутствие искрения токосъемника;
— усилие, необходимое на перемещение токосъемника;
— асимметрия выходного напряжения.

У некоторых автоматических регуляторов напряжения подлежит проверке и ряд дополнительных требований. Эти требования и методы их проверок описываются в частных руководствах по ремонту.

Проверка технических требований

6.6.3. Пределы регулировки напряжения должны быть не менее, чем они указаны в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

Проверять вольтметром переменного тока класса точности не хуже 1,5 при номинальном напряжении питания. Устанавливать пределы регулировки с помощью ограничителей поворота ручки регулятора.

6.6.4. Ток, потребляемый от сети, должен быть не более допустимого значения.

Проверять только в том случае, если перематывалась обмотка регулятора. Ток измерять амперметром переменного тока класса точности не хуже 2,5 при номинальном токе нагрузки. Ток нагрузки обеспечивается подключением блоков станции. Если ток, потребляемый регулятором, больше допустимого, проверить ток холостого хода. Если ток холостого хода больше допустимого, то

это свидетельствует о наличии короткозамкнутых витков. Ток холостого хода указывается в таблицах трансформаторов.

6.6.5. При передвижении токосъемника по обмотке в рабочем участке между токосъемником и обмоткой не должно быть искрения.

Проверять в затемненном помещении наблюдением при передвижении токосъемника по поверхности обмотки. Если искрение наблюдается, отрегулировать давление токосъемника на обмотку. Если и в этом случае будет искрение, очистить наждачной бумагой окислы и грязь на поверхности обмотки, по которой передвигается токосъемник.

6.6.6. Усилие, необходимое для передвижения токосъемника по рабочей поверхности обмотки, должно быть равномерным.

В ручных регуляторах напряжение проверять опробованием от руки.

Если усилие, необходимое для передвижения токосъемника, требуется в разных участках рабочего хода различное, то:

— отрегулировать положение тороида с обмоткой (при использовании регуляторов типа ЛАТР) таким образом, чтобы расстояние поводка токосъемника от рабочей поверхности обмотки было бы одинаковым в пределах рабочего сектора;

— устранить перекосы направляющих токосъемника, очистить от загрязнения червячный механизм и смазать свежей смазкой трущиеся поверхности механизмов для трехфазных регуляторов напряжения типа РНТ.

6.6.7. Асимметрия выходного напряжения трехфазных регуляторов должна быть не более значений, приведенных в ТО, ИЭ или частном руководстве по ремонту.

Проверять измерением выходного напряжения в каждой фазе регулятора при равных напряжениях на входе. Входное и выходное напряжения измерять вольтметром переменного тока класса точности не хуже 2,5, имеющим цену деления шкалы, обеспечивающую отсчет напряжения асимметрии.

Если асимметрия напряжения больше допустимой, устранить ее путем смещения токосъемника соответствующей фазы в направлении, обеспечивающем отсутствие асимметрии. Асимметрию устранять при установке токосъемника в секторе (рабочем участке обмотки), соответствующем номинальному напряжению питания. В целях соблюдения техники безопасности смещение токосъемника выполнять только при отключенном напряжении питания.

6.7. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

Общие сведения

6.7.1. В настоящем подразделе описаны полупроводниковые преобразователи постоянного тока низкого напряжения в постоянный ток более высокого напряжения.

В аппаратуре находят применение преобразователи двух типов: без усиления мощности и с усилением мощности.

Структурная схема преобразователя без усиления мощности приведена на рис. 132, а с усилением мощности на рис. 133.

Генераторы электрических колебаний могут быть выполнены как по однотактной, так и по двухтактной схеме. Двухтактные схемы нашли более широкое распространение, так как они позволяют получить напряжение симметричной формы и практически прямоугольной.

В подразделе не описываются особенности всех схем, а даются рекомендации по регулировке наиболее распространенного варианта схем, приведенного на рис. 134.

Практически в станциях могут применяться и более сложные схемы преобразователей, имеющих различные схемы построения. Особенности схем построения преобразователей найдут отражение в частных руководствах по ремонту.

Проверяемые технические требования

6.7.2. Проверке подлежат следующие технические требования:
— выходное напряжение при номинальном токе нагрузки;
— напряжение пульсации выходного напряжения.

Проверка технических требований

6.7.3. Выходное напряжение на выходе преобразователя напряжения при номинальном напряжении питания должно быть в пределах, указанных в ИЭ, ТО или частном руководстве по ремонту.

Напряжение измерять при номинальном токе нагрузки на выходе преобразователя вольтметром постоянного тока класса точности не хуже 1,5. Внутреннее сопротивление вольтметра должно быть более чем в 50 раз больше сопротивления нагрузки.

Если напряжение ниже допустимого, проверить исправность триодов. Возможна неисправность одного из триодов или выпрямительного диода. В этом случае форма кривой напряжения на обмотках трансформатора несимметричная. Если диоды и триоды исправны, в трансформаторе могут быть короткозамкнутые витки.

При замене неисправного триода необходимо отрегулировать схему следующим образом. Изменяя сопротивление переменного резистора R1, установить такой режим триодов, при котором выходное напряжение $U_{вых}$ (при подключенной нагрузке) практически не изменяется при некотором увеличении и уменьшении сопротивления резистора R1. При правильной регулировке резистора R1 и исправных триодах осциллограмма первичного тока преобразователя должна соответствовать рис. 135, *а*. При этом спад импульса должен быть на 10—15% больше плоской части импульса тока. Для наблюдения осциллограммы осциллограф подключить к рези-

стору, имеющему сопротивление от десятых до сотых долей ома. Резистор включить в разрыв цепи питания преобразователя.

На рис. 135, *б* показана осциллограмма при малом, а на рис. 135, *в* при большом токе базы. На рис. 135, *г* приведена осциллограмма для схемы, в которой имеется трансформатор с воздушным зазором.

Ввиду того что в преобразователях могут применяться трансформаторы с различным ферромагнитным материалом, осциллограммы напряжения могут отличаться от приведенных на рис. 135.

Поэтому при ремонте преобразователей рекомендуется осциллограммы, полученные при измерениях, сравнивать с осциллограммами, приведенными в таблице осциллограмм.

Если напряжение на выходе преобразователя отсутствует полностью, то это может быть по следующим причинам: пробой между эмиттером и коллектором одного из триодов, короткое замыкание между первичной обмоткой и обмоткой возбуждения или неисправны выпрямительные диоды.

6.7.4. Пульсации выходного напряжения должны быть не более допустимых, указанных в ТО и ИЭ.

Проверять, как указано в п. 6.3.6.

Если напряжение пульсации больше допустимого, необходимо проверить регулировку тока базы с помощью резистора R1, как указано в п. 6.7.3. Если ток базы отрегулирован правильно, а пульсация больше допустимой, то или неисправен фильтр, или триоды подобраны с бо́льшей разницей по крутизне, что можно определить по осциллограммам. Осциллограммы в этом случае сильно отличаются друг от друга (несимметричные).

7. СИНХРОННО-СЛЕДЯЩИЕ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННОЙ

У радиотехнических станций различных конструкций синхронно-следящие системы несколько отличаются одна от другой. Однако для всех типов синхронно-следящих систем сохраняются общие черты (благодаря общему принципу их работы). Это позволяет к различным системам применить одинаковую методику:

— проверки большинства их параметров;

— настройки систем;

— отыскания неисправностей.

В настоящем разделе рассматриваются проверка и настройка систем управления антенной и систем силовой синхронной связи. Схемы этих систем приведены на рис. 136—139.

7.1. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННОЙ (СУА)

Общие сведения

7.1.1. При проведении всех видов работ, связанных с вращением антенны, необходимо выполнять следующие требования:

— антенная колонка должна быть отгоризонтирована;

— антенная колонка должна быть освобождена от чехла;

— антенная колонка должна быть установлена в рабочее положение;

— антенная колонка должна быть снята со стопоров;

— обязательно осмотреть зону вращения;

— не включать одновременно две кнопки переключателя режимов работы;

— строго соблюдать порядок включения приводных двигателей системы управления антенной.

Конструктивные и схемные особенности систем управления антенной позволяют разбить систему на несколько участков по внешним признакам характерных неисправностей, а затем по этим признакам выделить участок неисправности в зависимости от того, в каком режиме проявляется неисправность.

Системы управления антенной имеют такие режимы работы, как ручное управление, поиск и автоматическое сопровождение (управление).

Проверку систем управления следует начинать с режима ручного управления, так как в нем участвует значительно меньше элементов, чем в других режимах работы. Затем следует проверить режим поиска и после этого режим автоматического сопровождения.

При проверке систем управления антенной прежде всего необходимо убедиться в том, что органы управления и регулировки установлены в соответствующие положения, кабели подключены правильно и надежно, а предохранители исправны.

Неисправности систем управления выявляются:

— внешним осмотром;

— измерением напряжений и сопротивлений (электрическая проверка систем);

— исключением отдельных блоков и узлов;

— заменой отдельных блоков и узлов.

При внешнем осмотре систем управления по тем или иным признакам можно выявить неисправные блоки или узлы. Такими признаками могут служить:

— горение сигнальных лампочек блоков;

— показания измерительных приборов блоков и характер отклонения стрелок этих приборов при различных режимах работы системы;

— действие схемы ограничения движения антенны и схемы обратной связи и т. д.

Если во время внешнего осмотра блоков или элементов системы неисправность не обнаружена, следует воспользоваться методом измерений.

При измерениях необходимо пользоваться принципиальными схемами проверяемых блоков, картами напряжений и сопротивлений и осциллограммами.

Измерение сопротивлений и напряжений (электрическую проверку) следует начинать с тех цепей, где предполагается неисправность, и производить сначала для обесточенной, а затем для включенной системы.

Электрическую проверку обесточенной системы производить:

— измерением величин сопротивлений на соответствие данным таблиц сопротивлений в контрольных точках, приведенным в инструкции по эксплуатации;

— измерением с помощью мегомметра сопротивления изоляции кабелей, разъемов и цепей монтажа;

— проверкой надежности контактирования щеток электродвигателей и сельсинов, токосъемников, переключателей реле с помощью омметра;

— проверкой качества электровакуумных приборов испытателем ламп.

Электрическую проверку включенной системы производить:

— измерением режимов ламп и величин напряжений в контрольных точках на соответствие данным таблиц напряжений;

— проверкой форм напряжений с помощью осциллографа в контрольных точках схемы и сравнением их с осциллограммами, соответствующими нормальной работе.

Отклонение результата измерения от номинала, указанного в таблице, более чем на 20% служит признаком неисправности цепи, связанной с точкой, в которой обнаружено отклонение.

Методом исключения можно установить, в каком узле или блоке возникла неисправность. В любой системе управления антенной можно выделить следующие каналы и блоки (рис. 139): блок автосопровождения (блок выделения сигнала ошибки), канал азимута, канал угла места, усилитель мощности азимута, усилитель мощности угла места и антенная колонка.

Так как в систему управления антенной входят независимые один от другого канал азимута и канал угла места, то установить место возникновения неисправности можно способом взаимного переключения этих каналов. Если в точке А, т. е. к входу канала азимута (рис. 139), подключить выход блока автосопровождения (блока выделения сигнала ошибки) по каналу угла места (точка В), то неисправность, возникшая в блоке автосопровождения (блоке выделения сигнала ошибки) по каналу угла места, будет себя проявлять на выходе системы по каналу азимута при условии, что канал азимута исправен.

С другой стороны, если неисправность возникла в канале азимута, или в канале угла места, или в усилителе мощности по каналу угла места, она после переключения каналов будет по-прежнему проявляться в канале угла места. Такое же переключение каналов можно произвести и в точках Б и Г (рис. 139).

Таким образом, применение этого метода позволяет определить неисправный блок или группу блоков.

Методом замены чаще всего пользуются для обнаружения неисправных ламп, взаимозаменяемых кабелей, предохранителей и других элементов синхронно-следящих систем. Необходимо иметь в виду, что выход из строя того или иного элемента схемы может быть вызван не только плохим его качеством, но и рядом других причин, вызывающих ненормальный режим работы этого элемента. Поэтому методом замены необходимо пользоваться весьма осторожно, чтобы новый заведомо исправный элемент, поставленный вместо неисправного, не вышел из строя.

Настройка систем управления антенной заключается в проверке и доведении до требуемых величин параметров, оговоренных в ИЭ.

Проверяемые технические требования

7.1.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— положение ручек на панелях блоков системы;

— вращение антенны по азимуту;

— вращение антенны по углу места и действие концевых выключателей;
— действие обратной связи;
— работа двигателя кругового обзора (кругового поиска);
— работа системы при секторном поиске;
— автозахват цели;
— балансировка системы;
— балансировка УПТ и усилителей мощности;
— балансировка демодуляторов (фазочувствительных выпрямителей, фазочувствительных демодуляторов) обратной связи и сигнала ошибки;
— фаза и величина сигнала обратной связи;
— пределы срабатывания электрических ограничителей вращения антенны по углу места.

Проверка технических требований

7.1.3. Положения ручек (ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ, УСИЛЕНИЕ и т. д.) на панелях блоков СУА должны соответствовать требованиям Формуляра и ИЭ. Проверять внешним осмотром.

7.1.4. Направление вращения антенны и указателей (шкал) по азимуту должно совпадать с направлением вращения штурвала ручного управления. Антенна и указатели (шкалы) должны вращаться без рывков.

Проверять в следующем порядке:
— включить станцию;
— вращением штурвала ручного управления азимута по часовой стрелке проверить направление вращения антенны; антенна при этом должна также вращаться по часовой стрелке;
— проверить направление вращения указателей (шкал) азимута; при вращении штурвала ручного управления и антенны по часовой стрелке указатели (шкалы) азимута также должны вращаться по часовой стрелке; при этом показания азимутальных шкал должны увеличиваться;
— когда антенна совершит 2—3 оборота по азимуту, изменить направление вращения штурвала азимута; при этом антенна и указатели (шкалы) должны вращаться против направления движения часовой стрелки, а показания азимутальных шкал должны уменьшаться.

Штурвал вращать плавно, без рывков, при этом антенна и указатели (шкалы) азимута должны вращаться без рывков.

Если при вращении антенны по азимуту наблюдаются рывки, проверить наличие контакта в щетках сельсинов канала азимута и в щетках сельсинов антенной колонки.

Когда направление вращения шкал противоположно направлению вращения антенны, проверить правильность подключения питания сельсинов.

Если антенна не поддается управлению по азимуту, проверить, подано ли питание к сельсинам азимута.

Если антенна по азимуту управляется вяло, проверить исправность лампы ограничения обратной связи, правильность регулировки напряжения ограничения момента вращения канала азимута и напряжение на обмотках усилителя мощности азимута.

Если антенна самопроизвольно колеблется по азимуту, проверить исправность лампы в цепи обратной связи и правильность установки величины обратной связи в канале азимута.

7.1.5. Направление движения антенны и указателей (шкал) по углу места должно соответствовать направлению вращения штурвала ручного управления. При подходе антенны к крайним нижнему или верхнему положениям должны сработать концевые выключатели и антенна должна остановиться.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— вращением штурвала ручного управления угла места по часовой стрелке проверить направление движения антенны; антенна при этом должна плавно двигаться снизу вверх;

— проверить направление указателей (шкал) угла места; при вращении штурвала ручного управления угла места по часовой стрелке и движении антенны снизу вверх указатели (шкалы) угла места должны вращаться по часовой стрелке; при этом показания шкал угла места должны увеличиваться;

— проверить срабатывание верхнего концевого выключателя; при достижении антенной крайнего верхнего положения она должна остановиться; остановка движения антенны в крайнем верхнем положении укажет на то, что верхний концевой выключатель сработал;

— изменить направление вращения штурвала угла места; это должно вызвать движение антенны вниз и указателей (шкал) угла места в обратном направлении; при этом показания шкал угла места должны уменьшаться;

— проверить срабатывание нижнего концевого выключателя; при достижении антенной крайнего нижнего положения она должна остановиться; остановка движения антенны в крайнем нижнем положении укажет на то, что нижний концевой выключатель сработал.

При достижении антенной крайних верхнего и нижнего положений она не должна самопроизвольно качаться.

Если при вращении антенны по углу места наблюдаются рывки, проверить наличие контакта в щетках сельсинов канала угла места и в щетках сельсинов антенной колонки.

Если антенна не поддается управлению по углу места, проверить, подано ли питание к сельсинам канала угла места и отсутствие короткого замыкания концевых выключателей (микровыключателей) угла места в антенной колонке.

Когда антенна не сходит со стопора в крайнем верхнем или в крайнем нижнем положении или качается, проверить исправность лампы в цепи ограничения вращения антенной колонки по углу места.

Если антенна ударяется о жесткие упоры, проверить правильность установки пределов срабатывания электрических ограничителей (проверку и установку пределов срабатывания электрических ограничителей см. в п. 7.1.14).

Если антенна управляется вяло по углу места, проверить:

— исправность лампы ограничения обратной связи в канале угла места;

— правильно ли отрегулировано напряжение ограничения момента вращения в канале угла места;

— напряжение на обмотках усилителя мощности угла места.

Если антенна самопроизвольно колеблется по углу места, проверить исправность лампы в цепи обратной связи и правильность установки величины обратной связи в канале угла места.

7.1.6. Действие обратной связи должно проявляться таким образом, чтобы при резком повороте штурвала азимута или угла места антенна устанавливалась в новом положении, совершив не более трех периодов затухающих колебаний.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— резко повернуть штурвал азимута, при этом антенна должна повернуться по азимуту и установиться в новом положении, совершив не более трех периодов затухающих колебаний;

— резко повернуть штурвал угла места, при этом антенна должна повернуться по углу места и установиться в новом положении, совершив не более трех периодов затухающих колебаний.

Наблюдать по шкалам азимута и угла места.

Если при повороте штурвала азимута (угла места) антенна остается неподвижной, проверить, подано ли напряжение питания на приводной двигатель азимута (угла места) и нет ли повреждений в кинематических передачах системы.

Если при резком повороте штурвала азимута (угла места) антенна совершает медленно затухающие колебания (более трех периодов колебаний), проверить:

— действие обратной связи;

— коэффициент усиления следящей системы (не должен выходить из допустимых пределов);

— отсутствие люфтов в кинематических передачах.

7.1.7. Двигатель кругового обзора (кругового поиска) должен вращаться плавно и со скоростью, не превышающей величины, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— переключателем рода работы системы включить двигатель кругового обзора;

— наблюдая за вращением антенны, убедиться, что она вращается плавно двигателем кругового обзора;

— определить по секундомеру скорость вращения антенны двигателем кругового обзора; скорость вращения антенны не должна превышать величины, указанной в ИЭ или ТО.

Если круговой обзор отсутствует, проверить исправность участка, охватывающего электрические и механические цепи электродвигателя кругового обзора.

Если при круговом обзоре антенна вращается рывками, регулировки не помогают, проверить:

— исправность лампы цепи обратной связи в канале азимута;

— правильность установки величины обратной связи по азимуту;

— наличие контакта угольных щеток двигателя кругового обзора;

— нет ли заеданий в механизме, передающем вращение от двигателя кругового обзора к сельсинам блоков системы;

— наличие контакта в щетках сельсинов.

7.1.8. При секторном поиске цели антенна должна вращаться по азимуту и подниматься (опускаться) по углу места в установленном секторе.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— переключателем рода работы перевести систему в режим секторного поиска; при этом антенна должна вращаться по азимуту и одновременно подниматься (опускаться) по углу места в установленном секторе.

Если в режиме секторного поиска отсутствует секторный поиск по азимуту или обзор по углу места, проверить:

— исправность участка, охватывающего электрические цепи и механические узлы электродвигателя поиска;

— исправность механических элементов, задающих колебательные движения антенны.

7.1.9. Автозахват цели должен осуществляться при отведении антенны вправо или влево, вверх или вниз от направления точного пеленга на величину, указанную в ТО или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— штурвалами азимута и угла места навести антенну на местный предмет, совместив электрический (дырочный) визир с отметкой от местного предмета;

— перевести систему в режим автосопровождения; при этом электрическая ось антенны должна устанавливаться в направлении на местный предмет;

— перевести систему в режим ручного управления антенной;

— отвести антенну по азимуту влево или вправо на величину, указанную в ИЭ от направления точного пеленга;

— перевести систему в режим автосопровождения; при этом антенна, совершив не более трех периодов колебаний, должна вновь устанавливаться в направлении на местный предмет; затем повторить данную операцию.

Аналогичную проверку произвести по углу места.

Если при проверке автозахвата цели наблюдается неуверенное

автосопровождение при малой амплитуде отраженного сигнала от выбранного местного предмета, проверить:

— правильность регулировки чувствительности по каналу автосопровождения;

— сбалансированность СУА;

— правильность настройки высокочастотного тракта станции;

— правильность установки режима каскада резонансного усилителя в блоке автосопровождения (блоке выделения сигнала ошибки);

— исправность каскадов канала азимута (угла места) СУА.

Если отсутствует автосопровождение цели, проверить:

— правильность установки соотношения фаз опорного напряжения и напряжения сигнала ошибки;

— исправность каскадов канала автосопровождения;

— подачу опорного напряжения;

— регулировку ГОН;

— правильность фазировки опорного напряжения.

Если наблюдаются большие ошибки при автосопровождении, проверить:

— коэффициент усиления следящей системы;

— правильность установки величины обратной связи (увеличено демпфирование);

— нет ли люфтов в кинематических передачах силовых приводов;

— не увеличена ли нагрузка на силовые приводы.

7.1.10. Сбалансированная система управления антенной должна отвечать следующим требованиям:

— при неподвижных штурвалах ручного управления по азимуту и углу места и при смене положений переключателя контроля баланса антенна должна оставаться неподвижной;

— при повороте штурвала ручного управления по азимуту или углу места на некоторый угол антенна должна переместиться по азимуту или углу места на тот же угол и остановиться в новом положении.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— переключатели блоков системы управления антенной поставить в рабочее положение;

— установить минимально возможное усиление (предварительно запомнив первоначальное усиление) системы;

— перевести систему в режим автоматического сопровождения;

— включить двигатели управления антенной и генератор опорных напряжений (ГОН); антенна должна быть неподвижной;

— измерить управляющее напряжение на гнездах или контактах (контакты 2—6, рис. 140) системы управления антенной; оно должно быть равно нулю или не превышать величины управляющего напряжения, приводящего двигатели азимута и угла места во вращение;

— переключатель контроля баланса последовательно поставить во все положения и проверить, не меняет ли антенна своего положения при переходе из одного положения в другое; антенна при этом должна быть неподвижной (допускаются небольшие рывки при смене положений переключателя контроля баланса);

— повернуть штурвал ручного управления по азимуту или углу места на некоторый угол, при этом антенна должна переместиться на тот же угол и остановиться в новом положении; самопроизвольное движение антенны не допускается.

При движении антенны в каком-либо положении переключателя контроля баланса системы необходимо произвести проверку и балансировку усилителей постоянного тока (УПТ), усилителей мощности (магнитных усилителей, электромашинных усилителей), демодуляторов (фазочувствительных выпрямителей, фазочувствительных демодуляторов) обратной связи и сигнала ошибки.

Если антенна не балансируется по азимуту или углу места, то система управления антенной неисправна.

Неисправность находится на участке от входа канала азимута или угла места до управляющих обмоток усилителей мощности. Для отыскания неисправности необходимо проверить равенство величин токов в обоих плечах неисправного канала (проверку токов усилителей мощности см в п. 7.1.11). Если токи равны, то при самопроизвольном движении антенны проверить исправность управляющих обмоток усилителей мощности. Замыкание части витков, утечка тока в цепи на участке от анода лампы УПТ до усилителя мощности вызывают нарушения баланса магнитных потоков усилителей мощности.

Если токи не равны друг другу, то необходимо проверить исправность УПТ и усилителя обратной связи.

Если при проверке балансировки СУА наблюдается самопроизвольное движение антенны, выражающееся в том, что антенна непрерывно вращается в одну сторону и не управляется от штурвала ручного управления по азимуту или углу места, совершает беспорядочные движения при плавном вращении штурвала ручного управления, то любое из этих движений указывает на нарушение зависимости между напряжением, поступающим на приводной электродвигатель, и углом поворота штурвала азимута. В этом случае необходимо проверить участок от сельсин-датчика до приводного электродвигателя, включая их кинематические цепи.

7.1.11. При сбалансированных УПТ и усилителях мощности (рис. 140 и 141) токи и напряжения на этих каскадах должны быть в пределах, указанных в ИЭ и ТО.

Проверять балансировку в следующем порядке:

— включить СУА и выключить двигатели управления антенной;

— перевести систему в режим автоматического сопровождения;

— регулировками УРОВЕНЬ ТОКА, БАЛАНС МУ (R1, R8, рис. 141) установить напряжение смещения УПТ азимута или угла

места (прибор подключать к гнездам Г1—Г4, рис. 141) в пределах величины, указанной в ИЭ или ТО;

— проверить начальные токи усилителей мощности, для чего выключить приводной двигатель азимута (угла места) и извлечь перемычки (К1, К2; К3, К4, рис. 140);

— вместо перемычек подключить прибор и измерить начальные токи усилителей мощности; токи должны быть в пределах величины, указанной в ИЭ; при наличии встроенных приборов для измерения токов усилителей мощности проверку производить по этим приборам.

Примечания: 1. Перемычки, вместо которых будет подключаться прибор для контроля токов обмоток усилителей мощности, извлекать из блока усилителей мощности при снятом питании с блока.

2. Измерение начальных токов производить после 15-минутного прогрева системы.

3. Измерять токи после возбуждения усилителей мощности (через 5—10 *сек* после включения двигателей);

— при необходимости начальные токи установить переменным резистором ТОК СМЕЩЕНИЯ (R1, рис. 140) в цепи усилителей мощности азимута (угла места);

— включить приводной двигатель азимута (угла места);

— проверить управляющее напряжение двигателей азимута (угла места) на соответствующих панелях системы управления антенной; управляющее напряжение не должно превышать величины, приведенной в ИЭ;

— регулировками УРОВЕНЬ ТОКА, БАЛАНС МУ (R1, R8, рис. 141) установить минимальное напряжение, управляющее работой усилителей мощности азимута (угла места).

Грубо установить минимальное управляющее напряжение можно по моменту остановки движения антенной колонки.

Если УПТ или усилители мощности не балансируются, проверить:

— исправность ламп УПТ (Л1, Л2, рис. 141) и исправность резисторов (R1 — R11, рис. 141) в каскаде УПТ;

— измерить напряжения на сетках лампы (Л1, рис. 141); эти напряжения должны быть равны;

— отсутствие замыкания витков обмоток усилителей мощности.

7.1.12. При сбалансированных демодуляторах (фазочувствительных выпрямителях, фазочувствительных демодуляторах) обратной связи и сигнала ошибки напряжения на этих каскадах должны быть в пределах величин, указанных в ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— включить двигатель вращения антенной головки и ГОН;

— перевести СУА в режим автоматического сопровождения;

— подключить прибор к гнездам ВЫХОД (Г1, Г2, рис. 142) демодулятора обратной связи;

— сбалансировать демодулятор обратной связи регулировкой сопротивления переменного резистора БАЛАНС ДЕМОДУЛЯТОРА

(R2, рис. 142) в катодной цепи данного каскада; прибор должен показать напряжение на выходе демодулятора обратной связи, равное нулю.

Примечание. Балансировка демодулятора сигнала ошибки выполняется аналогично балансировке демодулятора обратной связи. При этом переключатель контроля баланса СУА необходимо поставить в положение, при котором была бы возможна регулировка сигнала ошибки;

— включить двигатели управления антенной колонки;

— меняя положения переключателя контроля баланса, проверить балансировку демодулятора обратной связи или сигнала ошибки; при смене положения переключателя контроля баланса СУА допускаются рывки антенной колонки с последующей ее остановкой; если антенная колонка продолжает двигаться, остановить ее движение регулировками баланса СУА;

— подключить прибор к выходу демодулятора обратной связи или сигнала ошибки(гнезда Г1, Г2, рис. 142) и измерить напряжение; выходное напряжение демодулятора обратной связи или сигнала ошибки должно быть равно нулю; если оно не равно нулю, то регулировкой БАЛАНС ДЕМОДУЛЯТОРА (R2, рис. 142) установить его равным нулю; антенная колонка должна быть неподвижной;

— переключатель контроля баланса последовательно поставить во все положения; изменение положения переключателя контроля баланса не должно вызывать движения антенной колонки.

Если не удается сбалансировать демодулятор обратной связи или сигнала ошибки, проверить лампы (Л1, Л2, рис. 142) этих каскадов и сопротивления переменного и постоянных резисторов (R1 — R3, рис. 142) в катодной цепи ламп демодуляторов обратной связи или сигнала ошибки.

7.1.13. Фаза и величина сигнала обратной связи должны быть такими, чтобы:

— скорость вращения антенны при круговом обзоре и секторном поиске не превышала величины, указанной в ИЭ или ТО;

— в момент остановки антенна совершала не более трех затухающих колебаний.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— установить минимально возможное усиление (предварительно запомнив первоначальное усиление) блоков СУА;

— включить двигатель азимута (двигатель угла места);

— переменным резистором БАЛАНС МУ (R8, рис. 141) в цепи управляющих сеток панели выходного УПТ (Л2, рис. 141) СУА придать антенне скорость (подать напряжение разбаланса на управляющие сетки выходного УПТ и далее на управляющую обмотку усилителя мощности) по азимуту в пределах величины, указанной в ИЭ; при этом переключатель (КОНТРОЛЬ БАЛАНСОВ, ВЫБОР РОДА РАБОТЫ и т. п.) на блоках СУА установить в такое

положение, чтобы, меняя сопротивление переменного резистора БАЛАНС МУ (R8, рис. 141) в цепи управляющей сетки выходного УПТ (Л2, рис. 141), возможно было подать напряжение разбаланса на управляющую обмотку усилителя мощности; скорость антенны измерять с помощью секундомера по скорости вращения механических шкал сельсинного привода азимута на антенной колонке или сельсинных индикаторных шкал;

— регулировкой обратной связи ввести обратную связь; при этом скорость вращения антенны должна резко уменьшиться, что свидетельствует о наличии отрицательной обратной связи; если скорость резко возрастает (обратная связь положительная), следует выключить станцию и поменять местами проводники, подводящие опорное напряжение на трансформатор Тр1 (контакты 1 и 2, рис. 142) демодулятора обратной связи азимута или угла места СУА;

— включить станцию;

— остановить антенную колонку изменением сопротивления переменого резистора БАЛАНС МУ (R8, рис. 141) в цепи управляющих сеток выходного УПТ (Л2, рис. 141) азимута (угла места) СУА;

— подключить прибор к гнездам или контактам (контакты 2—6, рис. 140) усилителя мощности азимута (угла места) и проверить напряжение, управляющее работой двигателя азимута (угла места); управляющее напряжение должно быть близко к нулю;

— регулировку усиления на блоках СУА установить в первоначальное положение;

— перевести систему в режим ручного управления (ручного поиска);

— переключатели блоков СУА по азимуту (углу места) поставить в рабочее положение;

— регулировкой обратной связи снять обратную связь.

Примечание. При установке обратной связи по углу места необходимо антенну предварительно установить в середине сектора обзора по углу места;

— повернуть (резко) и остановить штурвал ручного управления по азимуту (углу места) СУА; антенна при этом должна совершать незатухающие колебания по азимуту (углу места), что можно наблюдать по шкалам азимута (угла места);

— регулировкой обратной связи СУА, медленно вводя обратную связь, наблюдать за колебаниями точной шкалы азимута (угла места); с увеличением обратной связи амплитуда колебаний шкалы соответствующего сельсина должна уменьшаться, а частота колебаний увеличиваться; при некоторой величине обратной связи колебания должны совсем прекратиться;

— снова резко повернуть и остановить штурвал, при этом антенна, совершив 2—3 колебания, должна остановиться;

— включить высокое напряжение и навести антенну с помощью штурвалов ручного управления по азимуту (углу места) СУА на одиночный местный предмет;

— ручным управлением системы измерения дальности подвести электрический (дырочный) визир на середину сигнала, отраженного от местного предмета, на трубке дальности;

— перевести СУА в режим автоматического сопровождения по азимуту; при этом антенная колонка должна отработать пеленговое направление местного предмета и возвращаться к нему при отводе от пеленга на величину угла в делениях угломера, указанную в ИЭ.

Производя установку обратной связи необходимо помнить, что при слабой обратной связи в замкнутой следящей системе (при отработке сигнала ошибки местного предмета) могут возникнуть незатухающие колебания, и наоборот, сильная обратная связь снижает чувствительность и приводит к увеличению ошибок отработки следящих систем (по азимуту и углу места).

Проверку фазы сигнала обратной связи необходимо производить после смены тахогенераторов (азимута и угла места), панелей демодуляторов в блоках СУА и при замене этих блоков.

Проверку действия и установку величины сигнала обратной связи производить после замены двигателей управления антенной колонкой, тахогенераторов азимута и угла места, панелей фильтров обратной связи.

После установки обратной связи рекомендуется проверить амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) следящих систем азимута и угла места с помощью прибора для снятия АЧХ.

Снятие АЧХ необходимо также проверять после замены усилителей сигнала ошибки, корректирующих сглаживающих фильтров, усилителей постоянного тока, приводных двигателей и тахогенераторов (в антенной колонке) и усилителей мощности.

В случае крайней необходимости установки величины сигнала обратной связи без снятия АЧХ допускается полностью ввести обратную связь регулировкой обратной связи и проверить характер отработки сигнала ошибки при пеленге местного предмета.

Если система вяло отрабатывает сигнал ошибки, необходимо ослабить (уменьшить) обратную связь и произвести повторно пеленг.

Примечание. Все проверки и настройку систем управления антенной проводить отдельно для канала азимута и канала угла места.

Если при введенной обратной связи наблюдаются непрерывные колебания антенны, проверить:

— не увеличился ли коэффициент усиления следящей системы азимута;

— не уменьшено ли действие обратной связи;

— нет ли люфтов в кинематических передачах.

Если регулировкой обратной связи не удается остановить колебания антенны, проверить исправность элементов цепи обратной связи канала азимута (угла места).

Если при переходе в режим автоматического сопровождения СУА не производит захвата цели, проверить:

— установку усиления следящей системы согласно ИЭ;

— повторно проверить действие обратной связи.

Если после установки усиления следящей системы и проверки действия обратной связи автозахват цели отсутствует, т. е. станция после включения автоматического управления теряет цель, проверить:

— исправность участка от входа блока автосопровождения (блока выделения сигнала ошибки) до входа канала азимута или угла места, включая цепи опорного напряжения;

— правильность установки головки антенны относительно ротора ГОН (нарушение взаимного положения этих узлов может вызвать срывы автосопровождения цели);

— находится ли неисправность в общей для обоих каналов части схемы или же только в канале азимута или угла места.

Для этого необходимо:

— навести антенну на местный предмет, произвести совмещение по дальности и заметить отсчеты азимута и угла места;

— отвести антенну вправо или влево от пеленгового направления на величину, указанную в ИЭ, и перейти на автосопровождение, антенна должна резко переместиться в сторону местного предмета и, сделав 2—3 качания, остановиться; аналогично произвести проверку по углу места, выключив усилитель мощности азимута и отведя антенну вверх на величину, указанную в ИЭ.

7.1.14. При подходе антенны к крайнему верхнему или крайнему нижнему положениям должны сработать электрические ограничители (микровыключатели) в пределах угла места, указанных в ТО или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— перевести СУА в режим ручного управления (ручного поиска);

— включить электродвигатель угла места;

— медленно вращая по часовой стрелке штурвал ручного управления СУА, повернуть антенну в верхнее положение; при этом в определенных пределах угла места должен сработать верхний концевой микровыключатель (пределы срабатывания микровыключателя указаны в ТО или ИЭ), а антенна в этот момент должна резко уменьшить скорость движения или остановиться, не доходя до жестких механических упоров;

— вращая штурвал ручного управления против часовой стрелки, повернуть антенну в крайнее нижнее положение; при этом в определенных пределах угла места должен сработать нижний концевой микровыключатель, а антенна в этот момент должна резко уменьшить скорость движения или остановиться, не доходя до жестких механических упоров.

Если антенна ударяется о жесткие упоры, необходимо проверить пределы срабатывания соответствующих микровыключателей.

Для этого необходимо:

— выключить станцию;

— подключить прибор к контактам микровыключателей;

— вращая вручную антенну, по механической шкале угла места заметить момент замыкания (прибор показывает «0») соответствующего микровыключателя.

Если микровыключатели не замыкаются в пределах, указанных в ТО или ИЭ, то в этом случае необходимо установить определенные пределы их срабатывания в следующем порядке:

— ослабить винты, крепящие дисковый кулачок;

— установить пределы срабатывания поворотом кулачка;

— закрепить кулачок.

Для обеспечения нормальной работы кулачка толкатель микровыключателя (после момента срабатывания) должен иметь дополнительный ход для надежности срабатывания. Кроме того, при выходе микровыключателя на вершину кулачка должен остаться свободный ход, что исключает давление рычага с роликом на корпус микровыключателя.

7.2. СИСТЕМЫ СИЛОВОЙ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ

Общие указания

7.2.1. При проверке систем силовой синхронной связи прежде всего необходимо убедиться в том, что переключатели и органы регулировок установлены в соответствующие положения, кабели подключены правильно и надежно, предохранители целы.

Затем следует провести простейшие проверки, пользуясь встроенными в блоки приборами и шкалами. Если после указанных проверок система силовой синхронной связи не работает или выдает данные с ошибками, превышающими ошибки, указанные в ТО или ИЭ, следует приступить к выявлению канала (узла) системы, в котором возникла неисправность.

Неисправности системы силовой синхронной связи выявляются обычными для радиотехнической аппаратуры методами, приведенными в общих указаниях (п. 7.1.1) по проверке систем управления антенной.

Если в блоках системы силовой синхронной связи устранялись мелкие неисправности (замена сопротивлений, конденсаторов, предохранителей и других некритичных элементов схемы), то полная проверка системы не требуется. В этом случае можно ограничиться тщательной проверкой заменяемых элементов и участков схемы, в которых устранялись неисправности.

После проверки и настройки системы силовой синхронной связи она должна быть согласована.

Под согласованием системы силовой синхронной связи понимается установка шкал задающих устройств (сельсина, синусно-косинусного вращающегося трансформатора и т. п.) и принимающих устройств (сельсина, синусно-косинусного вращающегося трансформатора и т. п.) на нули.

Проверяемые технические требования

7.2.2. Об исправности систем силовой синхронной связи можно судить, проверив следующие основные технические требования:

— правильность направления слежения;

— ошибку слежения;

— время вхождения в синхронизм и отсутствие ложного синхронизма;

— чувствительность;

— согласованность и установку индикаторных шкал сельсинов азимута и угла места с механическими шкалами;

— правильность настройки системы передачи данных.

Проверять все указанные технические требования системы силовой синхронной связи следует лишь в том случае, если устранялись существенные неисправности, причем заменялись элементы, входящие в систему (управляющие лампы сервоусилителей, сельсины, сельсин-трансформаторы, синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы и т. п.), а также если отсоединялись провода электрического монтажа. Разброс параметров этих элементов может привести к нарушению нормальной работы отдельного блока, а также всей системы.

Проверка технических требований

7.2.3. Правильность направления слежения определяется тем, что направление вращения шкал принимающего механизма должно совпадать с направлением вращения механизма, задающего вращение (антенны, кабины станции и т. п.).

Проверку правильности направления слежения двухканальной системы производить отдельно для каждого канала.

Проверять в следующем порядке:

— проверить канал точного слежения; для этого необходимо отключить канал грубого слежения предусмотренными для этого устройствами (неоновая лампа, реле и т. п.), которые включают или выключают канал грубого слежения при определенных углах рассогласования;

— включить механизм, задающий вращение (рис. 137);

— визуально проверить направление вращения шкал индикаторного устройства; направление вращения его шкал должно быть согласовано с направлением вращения механизма, задающего вращение (антенны, кабины станции и т. п.); при этом шкалы (указатели) индикаторных устройств, развертки на индикаторных трубках должны вращаться плавно, без рывков и заеданий.

Правильность направления слежения по грубому каналу проверяется аналогично проверке по точному каналу.

Если шкалы приемных сельсинов или указатель индикатора положения антенны вращается в неправильном направлении, проверить правильность включения концов проводов в трехфазной обмотке ротора сельсин-приемника.

Если шкала или указатель застревает в одном положении, сельсин нагревается, проверить, не задевает ли визир за шкалу и нет ли короткого замыкания двух проводов ротора сельсина.

Если шкалы (указатели) сельсин-приемника совершают колебания в пределах 180°, проверить:

— наличие контакта в проводах, подсоединяемых к трехфазной обмотке сельсин-приемника;

— нет ли обрыва в трехфазной обмотке ротора сельсин-приемника.

Если шкалы (указатели) сельсин-приемника вращаются неравномерно, но в правильном направлении, проверить наличие контакта в щетках сельсинов и в токосъемнике.

7.2.4. Ошибка слежения (при определенной скорости вращения механизма, задающего вращение) не должна превышать величины, указанной в ТО или ИЭ.

Проверить ошибку слежения можно с помощью осциллографа или вольтметра переменного тока с пределами измерения 10—15 *в*.

Одноканальные и двухканальные системы синхронной связи проверяются аналогично, поэтому в данном пункте будет рассмотрена только проверка двухканальной системы.

Проверять ошибку слежения в следующем порядке:

— подключить измерительный прибор (осциллограф, вольтметр) к выходу сельсин-приемника канала точного слежения (рис. 137);

— рассогласовать систему на угол, соответствующий ошибке рассогласования, указанной в ИЭ;

— измерить на экране осциллографа отклонение луча или измерить напряжение по шкале вольтметра, соответствующее величине рассогласования;

— включить механизм, задающий вращение; при этом амплитуда напряжения ошибки на экране осциллографа или по шкале вольтметра после вхождения системы в синхронизм не должна превышать амплитуды, полученной при заданном рассогласовании системы.

7.2.5. Время вхождения системы в синхронизм не должно превышать величины, указанной в ИЭ. Система должна синхронизироваться в истинном нулевом положении, а не в ложном.

Проверять в следующем порядке:

— рассогласовать систему на 180°;

— одновременно включить механизм, задающий вращение, и секундомер;

— по секундомеру определить время вхождения одноканальной или двухканальной системы силовой синхронной связи в синхронизм; секундомер выключается в момент вхождения системы в синхронизм; момент вхождения системы в синхронизм определяется для двухканальной системы по срабатыванию переключателя каналов (неоновая лампа, реле и т. п.), а для одноканальной системы — по величине выходного напряжения сельсин-приемника, которое должно сравняться с напряжением ошибки слежения; пока-

зания секундомера определяют время вхождения системы в синхронизм; измерения повторить не менее пяти раз; из всех измерений засчитывается максимальное время;

— для устранения синхронизации в ложном нулевом положении необходимо установить истинный нуль в каждом сельсине; имеется несколько способов определения истинного и ложного нуля сельсина.

Для иллюстрации рассматриваемого вопроса приведен рис. 143.

Первый способ — если фаза напряжения между клеммами C_2 и C_3 (или между C_2 и C_1) совпадает с фазой напряжения на клеммах P_1 и P_2, то сельсин-датчик правильно установлен на нуль. Совпадение фаз может быть проверено с помощью осциллографа (на экране должна быть прямая линия) или вольтметра (по максимуму показаний) с присоединением различных последовательных напряжений. В данном случае используется принцип, что два последовательно соединенных напряжения складываются, когда они имеют одинаковую фазу, и вычитаются, когда имеют противоположную фазу.

Второй способ — поворачивая вал ротора сельсин-датчика по часовой стрелке (если смотреть на вал ротора со стороны входных клемм) на малый угол, наблюдать на экране осциллографа совпадение фаз. Если фазы напряжений на клеммах C_1 и C_3 и клеммах P_1 и P_2 совпадают, то сельсин находится вблизи нуля.

Третий способ — соединить клеммы P_1 и C_2, подключить вольтметр к клеммам C_1 и P_2. Если напряжение на клеммах C_1 и C_3 приблизительно равно нулю, вольтметр покажет определенное напряжение (например, для сельсинов СС-404 и БС-404А вольтметр покажет напряжение около 50 *в*). В этом случае ротор сельсина находится вблизи электрического нуля. Если вольтметр покажет напряжение около 150 *в* (для тех же сельсинов), ротор сельсина необходимо повернуть на 180°. При такой установке на нуль сельсин-датчика не требуется измерение фазы.

Сельсин-приемник устанавливается на нуль одним из следующих способов.

Первый способ — соединить клеммы C_1 и C_3 (рис. 144) и подать напряжение около 60 *в* на клеммы C_2 и C_1, C_3. В этом случае напряжение на роторной обмотке (клеммы P_1 и P_2) должно быть равно нулю. Чтобы определить истинное положение нуля, необходимо повернуть вал на небольшой угол по часовой стрелке (если смотреть на вал ротора со стороны входных клемм) и проверить совпадение фаз результирующего напряжения на клеммах P_1 и P_2 и на клеммах C_1, C_3 и C_2.

Второй способ — подать напряжение около 60 *в* к клеммам C_1 и C_3, фаза напряжений на клеммах P_1 и P_2 должна совпадать с фазой поданного напряжения, если ротор сельсина находится в положении электрического нуля.

Третий способ — соединить клеммы P_2 и C_3 и подключить вольтметр к клеммам P_1 и C_1. К клеммам C_1 и C_3 подать напряжение 90 *в*. Открепить статор сельсин-приемника и повернуть его так,

чтобы напряжение на клеммах C_1 и P_1 стало минимальным (около половины напряжения возбуждения). Подать напряжение около 60 *в* к клеммам C_2 и C_1, C_3, соединенным вместе.

Поворачивая статор сельсина, добиться, чтобы напряжение на клеммах P_1, P_2 приблизительно равнялось нулю, что будет соответствовать электрическому нулю сельсина.

Дифференциальный сельсин-датчик устанавливается на нуль так же, как и обычный сельсин-датчик. В этом случае к клеммам C_1 и C_2 (рис. 145) подать напряжение 90 *в*. Клемму P_1 соединить с клеммой C_2 и подключить вольтметр к клеммам C_1 и P_1. Статор сельсина будет вращаться до тех пор, пока напряжение не станет минимальным. Сельсин теперь приблизительно установлен на нуль, хотя может быть несколько удален от нуля вследствие того, что при этом процессе только часть обмоток находится под током и любая несимметрия может вызвать неточность. Чтобы исправить это, в схеме делаются переключения и прикладывается напряжение 78 *в* между клеммами C_2 и C_1, C_3, соединенными вместе. Статор сельсина поворачивается на такой малый угол, при котором напряжение между клеммами P_1 и P_2 становится минимальным.

В двухканальной системе синхронной связи (рис. 137) имеются два положения, при которых напряжение грубого сельсин-приемника (С-П) близко к нулю, что видно из рис. 146. Это вызывает отключение реле и подачу напряжения точного сельсин-приемника на усилитель следящей системы. В одном положении имеется согласование вала сельсин-приемника с валом сельсин-датчика, в другом положении вал сельсин-приемника находится под 180° к своему правильному положению (т. е. в положении ложного нуля).

При положении следящей системы около 180° от ее правильного положения полярность напряжения точного сельсин-приемника должна быть такой же, как и у грубого сельсин-приемника, тогда следящая система будет вращать вал сельсин-приемника от положения 180° к положению согласования, чтобы избежать ложного нуля.

Зона, в которой должен иметь место переход от грубого к точному слежению, называется зоной синхронизации (рис. 146). Зона синхронизации постоянно равна одному обороту точного сельсин-приемника.

Установка нуля двухканальной синхронной связи производится следующим способом. Оба сельсин-датчика точного и грубого отсчета устанавливаются на нуль шкалы и ставятся в положение электрического нуля одним из вышеописанных методов. Сельсин-приемники также устанавливаются на нуль, и если в системе применяется сдвигающее напряжение, то оно должно быть прибавлено к напряжению на роторе сельсин-приемника грубого отсчета перед установкой нуля сельсина. Таким образом, сельсин будет установлен на нуль относительно выходного напряжения сельсина, сложенного со сдвигающим напряжением.

Добавление сдвигающего напряжения к напряжению грубого

сельсин-приемника (С-П) непосредственно на его выходе производится так, как показано на рис. 147.

Соответствующая величина сдвигающего напряжения той же фазы, что и напряжение грубого сельсин-приемника, от общего источника переменного тока видоизменяет выходное напряжение, как показано на рис. 148.

Из рис. 148 видно, что сдвигающее напряжение смещает нуль грубого сельсин-приемника (С-П) на 90° относительно угла поворота вала точного сельсина для обоих положений грубого сельсина при 0° и 180°.

При добавлении сдвигающего напряжения к выходному напряжению грубого сельсин-приемника следящая система будет синхронизироваться при правильном нуле, а не при ложном.

Метод установки нуля двухканальной системы, использующей сдвигающее напряжение, состоит в следующем:

— установить нуль сельсин-датчиков точного и грубого отсчетов и сельсин-приемника точного отсчета и приближенно нуль сельсин-приемника грубого отсчета при отключенном источнике сдвигающего напряжения;

— включить источник сдвигающего напряжения и следящую систему, действующую от выходного напряжения сельсина точного отсчета;

— следящая система должна отработать заданный сигнал; при этом статор сельсин-приемника грубого отсчета будет поворачиваться до тех пор, пока его выходное напряжение не станет равным нулю.

Для проверки отсутствия синхронизации в ложном нулевом положении двухканальной системы необходимо:

— установить на нуль (при выключенном механизме, задающем вращение) шкалы сельсин-приемников грубого и точного отсчетов и сельсин-датчика точного отсчета;

— шкалу сельсин-датчика грубого отсчета рассогласовать на 180° от положения согласования и установить так, чтобы сработал переключатель каналов слежения (неоновая лампа, реле и т. п.), переключив систему на канал точного слежения;

— включить исполнительный двигатель; при этом шкала сельсин-датчика грубого отсчета должна возвратиться в положение согласования.

Если система синхронизируется в ложном нулевом положении, необходимо проверить истинный электрический нуль каждого сельсина, как указано выше, правильность подключения сельсинов, а также наличие сдвигающего напряжения.

7.2.6. Чувствительность системы силовой синхронной связи должна быть не более величины, указанной в ТО или ИЭ. Она определяется по шкалам соответствующих блоков на выходе системы.

Проверять в следующем порядке:

— выключить механизм, задающий вращение;

— повернуть шкалы или развертку индикаторного устройства в обе стороны до моментов включения канала грубого слежения.

Разность показаний по шкале точного отсчета, пересчитанная в угол поворота оси сельсина грубого отсчета, характеризует чувствительность системы силовой синхронной связи.

Если чувствительность системы больше величины, указанной в ТО или ИЭ, необходимо в первую очередь проверить исправность ламп и режим работы каскада переключателя каналов по таблицам напряжений и сопротивлений.

7.2.7. Индикаторные шкалы сельсинов азимута и угла места должны быть согласованы с механическими шкалами, т. е. направления вращения этих шкал должны совпадать.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию и двигатели управления антенной в порядке, указанном в ИЭ;

— перевести систему управления антенной в режим ручного управления (ручного поиска);

— установить антенну по азимуту в положение 0-00 по механическим шкалам; при этом на индикаторной шкале азимута должен быть 0-00; если на индикаторной шкале показание отличное от 0-00, то путем разворота статоров грубого и точного сельсинов установить шкалу азимута в положение 0-00;

— вращая антенну по азимуту, убедиться, что направления вращения механических и индикаторных (сельсинных) шкал совпадают. Вращение сельсинных шкал должно быть плавным, без рывков, а неточность согласования не должна превышать величины, указанной в ИЭ.

Если направления вращения механических и индикаторных шкал противоположны, необходимо поменять местами два провода, идущих к обмотке ротора сельсина.

7.2.8. Система передачи данных должна удовлетворять следующим требованиям:

— направление вращения шкал сельсин-приемников принимающего устройства совпадает с направлением вращения шкал сельсин-датчиков станции;

— точность выдачи данных не более величины, указанной в ТО или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию в порядке, приведенном в ИЭ;

— подключить к станции принимающее устройство (ПУАЗО, ЭВМ, ПРОЖЕКТОР и т. п.);

— переключатель рода работы перевести в положение передачи данных на принимающее устройство;

— по шкалам датчиков станции установить азимут, угол места и дальность, соответствующие положению электрических нулей азимута, угла места и дальности (согласно инструкции по эксплуатации); при этом сельсины принимающего устройства должны отработать эти же значения; если показания шкал сельсин-приемников принимающего устройства не совпадают с показаниями шкал сельсин-датчиков станции, необходимо ослабить крепление статора соответствующего датчика и вращать статор до совпаде-

ния показания шкалы соответствующего сельсин-приемника принимающего устройства с показанием шкалы сельсин-датчика; при необходимости разворота статора до 180° поменять провода статорных обмоток, а оставшуюся при этом ошибку устранить разворотом статора;

— после проведения указанной выше операции проверить направление вращения шкал сельсинов; при вращении антенной колонки и шкал дальности на увеличение от их нулевого положения сельсин-приемники принимающего устройства также должны отработать значения в сторону их увеличения; при несогласованном направлении вращения шкал сельсинов необходимо поменять провода, подходящие к зажимам роторных обмоток соответствующих сельсин-датчиков;

— проверить точность выдачи данных, устанавливая различные значения азимута, угла места и дальности по шкалам станции и сверяя эти величины с показаниями сельсин-приемников принимающего устройства; ошибки должны быть не больше величин, указанных в Формуляре станции или ИЭ;

— после проверки и установки шкал сельсин-датчиков на нуль необходимо согласовать шкалы сельсин-приемников (азимут, угол места) с показаниями шкал соответствующих точных сельсин-датчиков (согласование сельсинов принимающего устройства производится по сельсин-датчикам станции).

8. СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

В настоящем разделе приведены общие сведения и сведения по ремонту системы защиты с автоматической и ручной перестройкой частоты и системы защиты от несинхронных импульсных помех.

8.1. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ И РУЧНОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ

Общие сведения

8.1.1. Система с автоматической и ручной перестройкой частоты предназначена для защиты станции от активных помех методом смены рабочей частоты.

Структурная схема системы с автоматической и ручной перестройкой частоты приведена на рис. 149.

Работа системы автоматической перестройки частоты основана на выделении постоянной составляющей огибающей сигнала помехи, поступающего на вход приемного устройства.

С выхода предварительного усилителя промежуточной частоты приемного устройства сигнал помехи поступает на канал автоматической перестройки станции.

Структурная схема канала автоматической перестройки станции приведена на рис. 150. Для того чтобы система перестройки не срабатывала от импульса генератора СВЧ, отражений от местных предметов и пассивных помех, на усилитель промежуточной частоты подаются запирающие селекторные импульсы от генератора селекторных импульсов.

Генератор селекторных импульсов запускается от блока импульсов запуска станции.

В результате действия запирающих импульсов сигнал непрерывно излучаемой помехи в усилителе промежуточной частоты преобразуется и на его выходе получается последовательность импульсов сигнала помехи. Эти импульсы преобразуются в детекторе

в управляющее напряжение (например, пилообразное напряжение), содержащее постоянную составляющую.

Управляющее напряжение усиливается усилителем низкой частоты. С выхода усилителя низкой частоты сигналы поступают через фиксатор уровня на выходной каскад. Фиксатор уровня фиксирует нижний уровень приходящего сигнала на уровне, соответствующем чувствительности выходного каскада. До прихода сигнала достаточной величины выходной каскад заперт регулируемым отрицательным напряжением, величина которого определяет чувствительность системы автоматической перестройки станции к воздействию помех.

Нагрузкой выходного каскада является реле, включающее цепи питания механизмов перестройки.

При появлении активной помехи достаточной величины реле включает цепи питания механизмов перестройки.

Механизмы перестройки устанавливают рабочие органы элементов перестройки передатчика, антенного переключателя и приемника в положение, соответствующее заданной частоте. В механизмах перестройки предусмотрена возможность установки фиксированных частот в диапазоне частот станции.

Кроме автоматической, возможна и ручная перестройка станции с помощью кнопочного устройства пульта перестройки.

При нажатии кнопки на пульте перестройки подается напряжение на механизмы перестройки, и они перестраивают устройства (передатчик, антенный переключатель и приемник) на заданную частоту в диапазоне частот станции.

Для того чтобы во время перестройки излучения электромагнитной энергии не происходило, механизм, перестраивающий передатчик, прерывает цепь подачи запускающих импульсов или цепь подачи анодного напряжения на модулятор.

В некоторых типах станций антенный переключатель имеет широкую полосу пропускания, вследствие чего он не перестраивается.

В системах с ручной перестройкой частоты отсутствует (рис. 149) канал автоматической перестройки станции. Перестройка станции с системой ручной перестройки на заданную частоту осуществляется аналогично ручной перестройке в системе с автоматической и ручной перестройкой.

Проверяемые технические требования

8.1.2. В системах с автоматической и ручной перестройкой частоты проверке подлежат следующие технические требования:

— обеспечение установки рабочих органов перестраиваемых устройств станции (передатчика, антенного переключателя, приемника) в положения, соответствующие заданным частотам;

— обеспечение перестройки станции на заданные частоты при ручном управлении;

— время перестройки;

— точность повторной установки частоты;

— обеспечение системой автоматической перестройки станции перестройки на заданную частоту при подаче на вход приемного устройства станции сигналов, имитирующих помехи;

— длительность импульсов генератора селекторных импульсов.

Для систем только ручной перестройки частоты проверять первые четыре параметра. Перед проверкой осмотреть и смазать механизмы перестройки и исполнительные электродвигатели в соответствии с указаниями ИЭ.

Проверка технических требований

8.1.3. **Внимание!** При проверке и настройке системы перестройки станции соблюдать требования по радиомаскировке. К выходу передающего устройства или к выходу антенного переключателя подключить эквивалент антенны.

8.1.4. Система перестройки при ручном управлении должна обеспечивать установку рабочих органов устройств станции (передатчика, антенного переключателя, приемника) в положения, соответствующие заданным частотам.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию без включения высокого напряжения;

— нажать кнопку кнопочного устройства на пульте перестройки;

— проверить правильность установки рабочих органов устройств станции по шкалам или делениям на исполнительных органах механизмов перестройки; показания шкал или число делений, соответствующие установленной частоте, обычно приведены в Формуляре или ИЭ;

— продолжить проверку при нажатии остальных кнопок на пульте перестройки.

Если механизм перестройки не срабатывает, проверить кнопочное устройство, цепь подачи питающих напряжений на пульт перестройки и на механизм перестройки, электродвигатель механизма, осмотреть узлы механизма перестройки. Ремонт узлов и электродвигателя механизма перестройки проводить в соответствии с указаниями книги 1 настоящего Руководства.

8.1.5. Система перестройки при ручном управлении должна обеспечивать перестройку станции на заранее заданные частоты в диапазоне частот станции (величины частот указаны в Формуляре).

Перестройка станции должна происходить за время, указанное в Формуляре, без излучения высокочастотной энергии в пространство.

Проверять в следующем порядке:

— подключить к выходу передатчика эквивалент антенны;

— включить станцию;

— подключить к разъему контроля частоты генератора передатчика частотомер (при отсутствии такого разъема поднести виток связи резонансного частотомера к разряднику антенного переключателя);

— нажать кнопку кнопочного устройства пульта перестройки и включить секундомер;

— включить секундомер в момент появления тока магнетрона (или в момент появления свечения разрядников антенного переключателя);

— измерить частотомером частоту, на которую перестроилась станция;

— перестраивая станцию, поочередным нажатием кнопок кнопочного устройства пульта проверить соответствие устанавливаемых частот требуемым.

Если система перестройки не перестраивает станцию, настроить систему перестройки по методике, изложенной в ИЭ.

При излучении высокочастотной энергии в пространство во время перестройки (светятся разрядники антенного переключателя) проверить блокировку, прерывающую цепь подачи запускающих импульсов, либо цепь подачи анодного напряжения на модулятор.

Если время перестройки не соответствует требуемому, проверить электродвигатель и в случае необходимости отрегулировать резистор в цепи питания электродвигателя.

8.1.6. Точность повторной установки частоты после многократной (не менее трех раз) перестройки должна соответствовать требованиям, приведенным в Формуляре.

Проверять частотомером, подключенным к разъему контроля частоты, при многократной перестройке станции на каждой заданной частоте при выключенной системе АПЧ.

Точность повторной установки частоты определяется в основном точностью работы механизмов перестройки, поэтому при невыполнении требования следует настроить механизмы перестройки в соответствии с ИЭ, проверить и отремонтировать узлы механизмов перестройки по методике, изложенной в книге 1 настоящего Руководства.

8.1.7. Система автоматической перестройки частоты должна обеспечивать перестройку на другую частоту в диапазоне станции при превышении мощности сигнала, имитирующего помехи, над чувствительностью приемного устройства на величину, указанную в ТО или ИЭ.

Проверять в следующем порядке:

— включить станцию;

— установить регулировкой, определяющей чувствительность системы автоматической перестройки станции к воздействию сигнала помехи, напряжение смещения выходного каскада, равное величине, указанной в ИЭ или ТО;

— подать от генератора стандартных сигналов, включенного в режим непрерывной генерации, на вход приемной системы на-

пряжение с частотой, равной частоте, на которую настроена станция, и мощностью, превышающей чувствительность (величина указана в Формуляре) приемного устройства на величину, указанную в ТО или ИЭ; при этом механизмы перестройки должны сработать;

— частотомером, подключенным к разъему контроля частоты передатчика, проконтролировать частоту, на которую перестроилась станция.

Убедиться, что система автоматической перестройки станции не срабатывает от переключений, производимых в станции (переключение с ручной регулировки усиления на АРУ, включение и выключение электродвигателей, реле, блоков и т. д.).

Если система автоматической перестройки не перестраивает станцию регулировкой, определяющей чувствительность системы автоматической перестройки станции к воздействию сигнала помехи, добиться срабатывания механизмов перестройки, проверить реле выходного каскада, режимы питания выходного каскада, фиксатора уровня, усилителя низкой частоты, усилителя промежуточной частоты, проверить детектор и резистор в цепи нагрузки детектора, длительность импульсов на выходе генератора селекторных импульсов по п. 8.1.8, полосу пропускания усилителя промежуточной частоты канала автоматической перестройки станции по методике разд. 3 настоящего Руководства.

В случае превышения выходного напряжения, при котором станция перестраивается по сравнению с требуемой величиной, проверить коэффициент усиления усилителей промежуточной и низкой частоты по методике разд. 3 настоящего Руководства.

Если механизмы перестройки срабатывают от переключений, производимых в станции, регулировкой, определяющей предел изменения чувствительности системы автоматической перестройки станции, добиться прекращения срабатывания механизмов перестройки.

8.1.8. Длительность импульса генератора селекторных импульсов должна соответствовать величине, указанной в ТО или ИЭ.

Проверка и регулировка для выполнения данного требования изложены на примере принципиальной электрической схемы ждущего мультивибратора (рис. 151).

Подать на вход ждущего мультивибратора импульсы запуска от генератора импульсов (или от блока импульсов запуска станции).

Подключить осциллограф с калибратором длительности к выходу ждущего мультивибратора. Включить осциллограф в режим ждущей развертки с синхронизацией от генератора импульсов и измерить длительность импульса.

Длительность импульса определяется временем разряда конденсатора С2.

В случае если длительность импульса меньше требуемой, следует увеличить время разряда конденсатора С2, т. е. увеличить сопротивления резисторов R2 и R6.

8.2. СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ НЕСИНХРОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Общие сведения

8.2.1. Структурная схема системы защиты от несинхронных импульсных помех с использованием вычитающего потенциалоскопа приведена на рис. 152.

Усиленные входным усилителем видеоимпульсы эхо-сигналов и шумы поступают на вычитающее устройство по двум каналам: через ограничитель и непосредственно с выходного усилителя. Ограниченные до уровня плотной части шумов видеоимпульсы эхо-сигналов поступают в смеситель вычитающего устройства, где смешиваются с импульсами запуска развертки. Полученное напряжение со смесителя поступает на вычитающий каскад (вычитающий каскад представляет собой ограничитель по переменному уровню) и является регулирующим в процессе ограничения видеоимпульсов эхо-сигналов и шумов, поступивших по второму каналу непосредственно с входного усилителя.

С выхода вычитающего устройства ограниченные видеоимпульсы эхо-сигналов (амплитуда их равна разности амплитуд видеоимпульсов эхо-сигналов и регулирующего напряжения) поступают на формирующее устройство, в котором преобразуются в импульсы одинаковой амплитуды и длительности.

Генератор спиральной развертки позволяет получить на мишени потенциалоскопа интегрирующего устройства спиральную развертку электронного луча.

Пачки синусоидальных колебаний, длительность которых зависит от длительности импульсов генератора запуска развертки, с генератора ударного возбуждения подаются на усилители вертикального (через фазосдвигающую цепочку) и горизонтального отклонений.

Усиленные в усилителях синусоидальные колебания подаются на отклоняющую систему потенциалоскопа интегрирующего устройства и создают спиральную развертку.

Интегрирующее устройство предназначено для выделения импульсов несинхронных помех из импульсных сигналов, поступающих с приемного устройства.

Регулярно повторяющиеся импульсы эхо-сигналов от местных предметов и целей интегрирующее устройство отделяет от импульсов несинхронных помех путем изменения полярности эхо-сигналов.

Усилитель выхода ограничивает импульсы несинхронных помех и усиливает импульсы эхо-сигналов.

Проверяемые технические требования

8.2.2. Проверке подлежат следующие технические требования к системе защиты от несинхронных импульсных помех:

— уровень вычитания вычитающего устройства;

— амплитуда и длительность импульсов формирующего устройства;

— амплитуда и длительность импульсов генератора запуска развертки;

— амплитуда и частота синусоидальных колебаний генератора ударного возбуждения;

— амплитуда и форма синусоидальных колебаний на выходе усилителей вертикального и горизонтального отклонений;

— уменьшение помех системой защиты от несинхронных импульсных помех.

Проверка технических требований

Для проверки требований по пп. 8.2.3 и 8.2.4 подать на вход входного устройства (рис. 152) от генератора импульсов импульсы с параметрами, указанными в ТО или ИЭ, и импульсы синхронизации на осциллограф.

8.2.3. Вычитающее устройство не должно пропускать сигналы амплитудой, указанной в ТО или ИЭ, при наибольшем уровне вычитания.

В других положениях регулировки уровня вычитания устройство должно пропускать сигналы амплитудой, превышающей амплитуду уплотненной части шумов, поступающих с приемной системы.

Проверка и регулировка для выполнения данного требования изложены на примере принципиальной электрической схемы вычитающего устройства (рис. 153).

Подключить к выходу вычитающего устройства осциллограф, включенный в режим ждущей развертки.

Подать импульсы запуска на вход генератора спиральной развертки от генератора импульсов.

Установить осью переменного резистора УРОВЕНЬ ВЫЧИТАНИЯ (R12) наибольший уровень вычитания. При этом на экране осциллографа сигналы должны отсутствовать.

Уменьшить амплитуду импульсов генератора импульсов до амплитуды плотной части шумов (предварительно осциллографом измерить амплитуду плотной части шумов, поступающих с приемной системы).

Установить уровень вычитания, отличный от наибольшего. При этом на экране осциллографа должны быть импульсы отрицательной полярности.

Если при наибольшем уровне вычитания на экране осциллографа просматриваются импульсы, проверить наличие на управляющей сетке правой половины лампы Л2 положительного напряжения, резисторы R10, R11 и R12. При отсутствии импульсов на экране осциллографа при уровне ограничения, отличном от наибольшего, проверить диоды Д1 и Д2, лампы Л1 и Л2, режим питания каскадов на этих лампах, резисторы R1 и R2, конденсаторы C1 и C2.

8.2.4. Импульсы на выходе формирующего устройства должны иметь параметры, указанные в ИЭ или ТО.

Проверка и регулировка для выполнения требования изложены на примере принципиальной электрической схемы формирующего устройства (рис. 154).

Каскад на левой половине лампы Л1 является видеоусилителем.

Каскад на правой половине лампы Л1 является ждущим блокинг-генератором с малым временем восстановления.

Видеосигнал, пришедший на управляющую сетку видеоусилителя, усиливается видеоусилителем.

При отсутствии видеосигнала с видеоусилителя правая половина лампы Л1 закрыта отрицательным напряжением, снимаемым с делителя на резисторах R4, R5 и R6.

При подаче видеосигнала лампа открывается, а блокинг-генератор выработает импульс. Подать импульсы запуска на вход генератора спиральной развертки от блока импульсов запуска станции (или от генератора импульсов). Осциллографом, подключенным к выходу блокинг-генератора, измерить параметры импульса.

Порог срабатывания блокинг-генератора устанавливается переменным резистором ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ (R6).

При отсутствии на выходе блокинг-генератора импульса проверить видеоусилитель по методике, описанной в разд. 3 настоящего Руководства, импульсный трансформатор Тр1, конденсаторы С1 и С6 и лампу Л1.

Длительность импульса блокинг-генератора зависит от индуктивности импульсного трансформатора Тр1 и от постоянной времени цепи разряда (резисторы R4 и R6) времязадающего конденсатора С6.

Амплитуда импульса зависит от величины сопротивления резистора R3.

Для проверки требований пп. 8.2.5—8.2.10 запускающие импульсы на генератор спиральной развертки и синхронизацию на осциллограф, включенный в режим ждущей развертки, подавать от блока импульсов запуска станции или от генератора импульсов.

8.2.5. Длительность и амплитуда импульса генератора запуска развертки должны соответствовать данным, приведенным в ТО или ИЭ.

Проверка и регулировка для выполнения данного требования изложены на примере генератора прямоугольных импульсов, принципиальная электрическая схема которого приведена на рис. 155.

Каскад на лампе Л2 является ждущим блокинг-генератором.

Каскад на лампе Л1 является ждущим мультивибратором.

Лампа Л2 блокинг-генератора закрыта отрицательным напряжением смещения до момента прихода импульса запуска. С приходом запускающего импульса блокинг-генератор выработает импульс.

Этот импульс через конденсатор С3 поступает на вход мультивибратора и запускает его.

Осциллографом, подключенным к выходу генератора запуска спиральной развертки, измерить амплитуду и длительность импульса.

Длительность импульса запуска генератора спиральной развертки изменяется изменением величины переменного резистора ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗВЕРТКИ (R7).

При отсутствии импульса на выходе генератора запуска спиральной развертки проверить лампы Л1 и Л2, режимы питания каскадов на этих лампах, конденсаторы С3 и С4.

Если амплитуда импульсов не соответствует требуемой, проверить резисторы R1, R2, R3, R4 и R5, лампу Л1.

8.2.6. Генератор ударного возбуждения должен вырабатывать синусоидальные колебания частотой, указанной в ТО или ИЭ.

Проверка и регулировка для выполнения требования изложены на примере принципиальной электрической схемы генератора ударного возбуждения (рис. 156).

Отрицательный импульс с генератора запуска развертки подается на управляющую сетку лампы Л1 генератора ударного возбуждения. Резистор R3 и диод Д1 служат для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе С2, что необходимо для обеспечения постоянства начальной амплитуды колебаний, возбуждаемых в контуре ударного возбуждения L1, C1, при изменении частоты повторения импульсов запуска станции. Лампа закрывается, и в контуре ударного возбуждения L1, C1 возникают свободные колебания.

С окончанием действия импульса генератора запуска спиральной развертки лампа открывается, и свободные колебания в контуре L1, C1 прекращаются.

Подключить осциллограф к выходу генератора ударного возбуждения. Изменяя длительность импульса генератора запуска развертки переменным резистором ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗВЕРТКИ (рис. 155), добиться получения на экране осциллографа n периодов синусоидального напряжения (число периодов указано в ТО).

Измерить длительность периодов колебаний (рис. 157).

Частоту синусоидальных колебаний генератора ударного возбуждения определить по формуле

$$f = \frac{n}{\tau},$$

где f — частота синусоидальных колебаний генератора ударного возбуждения, *гц*;

n — число периодов синусоидальных колебаний;

τ — длительность n-числа периодов синусоидальных колебаний.

В случае если частота синусоидальных колебаний не соответствует требуемой, вращением сердечника катушки L1 установить нужную частоту.

8.2.7. Генератор ударного возбуждения должен обеспечивать

изменение амплитуды (U_1) первого периода синусоидальных колебаний в пределах, указанных в ТО или ИЭ.

Проверять осциллографом на выходе генератора ударного возбуждения в двух крайних положениях оси регулировки, изменяющей амплитуду развертки. Такой регулировкой в схеме генератора ударного возбуждения (рис. 156) является переменный резистор АМПЛИТУДА РАЗВЕРТКИ (R1).

При невыполнении этого требования проверить резисторы R1 и R2, устанавливающие анодный ток лампы Л1 генератора.

8.2.8. Генератор ударного возбуждения должен обеспечивать возможность установки соотношения между амплитудами первого и последнего периодов колебаний в отношении, указанном в ТО или ИЭ.

Проверять осциллографом на выходе генератора ударного возбуждения. Соотношение между амплитудами первого (U_1) и последнего (U_n) периодов колебаний (рис. 157) установить регулировкой, изменяющей затухание колебаний в контуре ударного возбуждения.

Для обеспечения возможности регулировки скорости изменения амплитуды и установления соотношения амплитуд первого и последнего периодов колебаний в генераторе ударного возбуждения (рис. 156) введена положительная обратная связь (через резисторы R4 и R5) с видеоусилителя на лампе Л2.

Регулировка скорости изменения амплитуды и установление соотношения амплитуд первого и последнего периодов колебаний осуществляются изменением сопротивления переменного резистора ШАГ РАЗВЕРТКИ (R4).

При невыполнении этого требования проверить лампу Л2, режим питания каскада на этой лампе, резисторы R4 и R5 в цепи положительной обратной связи.

8.2.9. Амплитуда первого периода синусоидальных колебаний на выходе усилителей вертикального и горизонтального отклонений должна соответствовать требованиям, указанным в ТО или ИЭ. Формы напряжений должны примерно соответствовать осциллограммам, приведенным в ИЭ.

Напряжения должны быть сдвинуты по фазе на 90°.

Проверять осциллографом на выходах усилителей вертикального и горизонтального отклонений. Фазовый сдвиг проверять визуально сравнением осциллограмм (рис. 158).

В случае когда напряжения на выходах усилителей отсутствуют или не соответствуют требуемым, проверить режимы питания каскадов усилителей.

Если фазовый сдвиг не соответствует требуемому, установить его регулировкой, изменяющей сопротивление фазосдвигающей цепи. Такой регулировкой в схеме фазосдвигающей цепи (рис. 159) является переменный резистор ФАЗА (R2).

В случае если регулировкой фазовый сдвиг не изменяется, проверить резисторы R1, R2 и изменить индуктивность катушки L1 вращением ее сердечника.

8.2.10. Система защиты от несинхронных импульсных помех должна обеспечивать уменьшение помех до уровня, не мешающего наблюдению цели на экране индикатора станции.

Проверять по методике, изложенной в ИЭ, или по схеме, изображенной на рис. 160, в следующем порядке:

— подать импульсы запуска от генератора импульсов или от блока импульсов запуска станции на разъем запуска генератора спиральной развертки;

— подать от имитатора сигналов на систему защиты от несинхронных импульсных помех импульсы целей, помех и шумов; параметры их (амплитуда, полярность, длительность, частота следования) приведены в ИЭ;

— определить по экрану осциллографа, подключенному на выход имитатора, количество импульсов помех и (число «к»); примерный вид осциллограммы приведен на рис. 161;

— установить переключатель В1 схемы в положение 2;

— вращая регулировку частоты следования импульсов помех на имитаторе, добиться, чтобы число спиралей на экране кругового обзора, пересекающих в своем движении наибольшую шкалу дальности обзора в интервале 30° поворота развертки, было 2к;

— установить переключатель В1 схемы в положение 1;

— установить регулировку, изменяющую уровень ограничения сигнала помех, усилителя выхода в положение, в котором помехи подавляются до уровня, не мешающего наблюдению за целями на экране индикатора кругового обзора.

Такой регулировкой в усилителе выхода (рис. 162) является переменный резистор ОГРАНИЧЕНИЕ (R3), устанавливающий уровень ограничения диодного ограничителя Д1.

Если система защиты не обеспечивает уменьшение помех, проверить наличие положительных импульсов помех и отрицательных импульсов целей на выходе интегрирующего устройства. При отсутствии таких импульсов заменить потенциалоскоп.

При наличии таких импульсов проверить диод Д1 и переменный резистор R3 диодного ограничителя усилителя выхода (рис. 162).

9. СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

В настоящем разделе приведены общие сведения и сведения по ремонту систем защиты от пассивных помех (систем селекции движущихся целей), основанных на применении когерентно-компенсационного метода защиты и выполненных на потенциалоскопах и на твердых линиях задержки.

9.1. КОГЕРЕНТНО-КОМПЕНСАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ НА ПОТЕНЦИАЛОСКОПЕ

Общие сведения

9.1.1. В качестве примера рассмотрена когерентно-компенсационная система защиты с внутренней когерентностью.

Система защиты содержит когерентно-импульсное и компенсационное устройства. Структурная схема системы изображена на рис. 163.

Когерентно-импульсное устройство обеспечивает выделение (селекцию) эхо-сигналов подвижных целей на фоне неподвижных местных предметов и дипольных помех путем когерентно-импульсных преобразований.

Когерентный гетеродин работает на промежуточной частоте и фазируется в начале каждого периода повторения преобразованными импульсами передатчика, поступающими с канала приемника и усиленными в каскадах фазирования.

С выхода когерентного гетеродина опорное напряжение подается на устройство компенсации ветра.

Каскады фазирования открываются импульсами запуска станции.

В устройстве компенсации ветра частота опорного напряжения может изменяться на величину, необходимую для устранения фазовых сдвигов сигналов от дипольных помех, движущихся под действием ветра. Этим достигается постоянство амплитуды сигналов от дипольных помех на выходе фазового детектора.

Усилитель-ограничитель служит для уменьшения амплитудных изменений эхо-сигналов промежуточной частоты, поступающих с приемника.

В фазовом детекторе происходит детектирование эхо-сигналов от цели и от пассивных помех.

На выходе фазового детектора эхо-сигналы подвижных целей изменяются по амплитуде в каждом периоде повторения, а амплитуда эхо-сигналов от неподвижных местных предметов сохраняется неизменной.

В компенсационном устройстве происходит вычитание сигнала, задержанного на период, из сигнала последующего периода. В результате этого сигналы, амплитуда которых на выходе когерентно-импульсного устройства постоянна (сигналы от помех и местных предметов), будут скомпенсированы, а сигналы с переменной амплитудой (сигналы от цели) дают на выходе сигнал, равный изменению амплитуды сигнала за период повторения станции.

С выхода предварительного усилителя сигналы подаются на сигнальную пластину потенциалоскопа, который используется в качестве вычитающего устройства. На управляющий электрод потенциалоскопа с модулирующего гетеродина подается напряжение модулирующей частоты, в результате чего выходные сигналы потенциалоскопа оказываются промодулированными. Это необходимо для разделения входных и выходных сигналов. Амплитуда выходных сигналов пропорциональна абсолютному значению разности входных видеосигналов двух соседних периодов повторения, а фаза зависит от знака этой разности. Сигналы разности импульсов от движущихся целей с частотой модулирующего гетеродина от потенциалоскопа подаются через усилитель модулирующей частоты на детектор. Одновременно на детектор с модулирующего гетеродина подается опорное напряжение, усиленное в каскадах усиления.

С детектора снимаются видеосигналы, знак которых зависит от фазы выходных сигналов потенциалоскопа. Эти сигналы подаются на коммутатор через согласующий усилитель. На коммутатор также подаются и строб-импульсы с каскадов формирования строб-импульсов.

При наличии дипольных помех каскады формирования строб-импульсов вырабатывают из сигнала помехи строб-импульсы (коммутирующие импульсы) ДИПОЛЬНЫЕ. Строб-импульсы МЕСТНЫЕ формируются с помощью импульсов запуска станции.

Во время действия строб-импульсов ДИПОЛЬНЫЕ канал прохождения эхо-сигналов непосредственно от приемника на индикатор станции закрыт. В этом случае эхо-сигналы поступают на индикатор через открытый канал коммутатора со схемы защиты. Строб-импульсы МЕСТНЫЕ отключают устройство компенсации ветра на время действия эхо-сигналов.

Каскады формирования контрольных импульсов вырабатывают импульсы для проверки компенсационного устройства.

Проверяемые технические требования

9.1.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— частота настройки, полоса пропускания усилителя ограничителя и фазового детектора;

— напряжение ограниченного сигнала на плечах фазового детектора;

— диапазон перестройки и устойчивость работы когерентного гетеродина во всем диапазоне частот фазирования, напряжение когерентного гетеродина на плечах фазового детектора;

— частота компенсации ветра (разность частот кварцевых генераторов) устройства компенсации ветра;

— частота и напряжение модулирующего гетеродина;

— форма спиральной развертки потенциалоскопа;

— резонансная частота, полоса пропускания и коэффициент усиления усилителя модулирующей частоты;

— длительность строб импульсов МЕСТНЫЕ и ДИПОЛЬНЫЕ каскадов формирования строб-импульсов;

— длительность и амплитуда контрольных импульсов;

— коэффициент подавления контрольных импульсов.

Проверка технических требований

9.1.3. Частота настройки и полоса пропускания усилителя-ограничителя и фазового детектора должны соответствовать величине, указанной в ТО или ИЭ.

Напряжения ограниченного сигнала на обоих плечах фазового детектора не должны отличаться друг от друга на величину большую, чем указана в ТО или ИЭ.

Проверка и настройка для выполнения данного требования изложены на примере схем фазового детектора (рис. 164) и усилителя-ограничителя (рис. 165).

Проверять в следующем порядке:

— вынуть лампу когерентного гетеродина;

— подключить к плечу фазового детектора и к корпусу (контрольное гнездо КОНТРОЛЬ 1-корпус) ламповый вольтметр постоянного тока;

— подать на вход усилителя-ограничителя от генератора стандартных сигналов (ГСС), включенного в режиме непрерывной генерации, напряжение частотой, равной промежуточной; величина напряжения равна величине сигнала, поступающего от приемника;

— плавно изменить частоту ГСС до получения максимального показания лампового вольтметра;

— изменяя частоту ГСС в сторону высших и низших частот, поочередно установить частоты $f_в$ и $f_н$, при которых показания лампового вольтметра будут составлять 0,7 максимального значения;

— определить частоту настройки по формуле

$$f_0 = \frac{f_в - f_н}{2};$$

— определить полосу пропускания по формуле

$$\Delta f = f_в - f_н;$$

— измерить ламповым вольтметром напряжения на плечах фазового детектора (гнездо КОНТРОЛЬ 1-корпус, гнездо КОНТРОЛЬ 2-корпус).

Если частота настройки не соответствует требуемой величине, настроить усилитель-ограничитель и фазовый детектор в следующем порядке:

— подать от ГСС на вход усилителя-ограничителя напряжение промежуточной частоты;

— подключить к выходу усилителя-ограничителя (к месту соединения конденсаторов С6, С4, рис. 165) ламповый вольтметр переменного тока;

— установить сердечник катушки индуктивности L1 в положение, соответствующее максимальному показанию лампового вольтметра; если контур настраивается на максимум в крайнем положении, подобрать емкость конденсатора С3 так, чтобы контур настраивался в среднем положении сердечника;

— отключить ламповый вольтметр переменного тока от усилителя-ограничителя;

— подключить к гнезду КОНТРОЛЬ 1 фазового детектора ламповый вольтметр постоянного тока;

— установить роторы подстроечных конденсаторов С3 и С4 фазового детектора в положения, соответствующие средним значениям их емкости;

— настроить контур L2 усилителя-ограничителя вращением сердечника по максимальному показанию лампового вольтметра.

Если полоса пропускания не соответствует требуемой величине, проверить резисторы R5, R6, шунтирующие контур L1, C1. Уменьшение сопротивления этих резисторов приводит к расширению полосы пропускания.

В случае когда напряжения ограниченного сигнала на плечах фазового детектора (рис. 164) меньше требуемой величины или отличаются друг от друга на величину, бо́льшую требуемой, проверить лампу фазового детектора, резисторы R1 и R2, настроить контур фазового детектора вращением роторов подстроечных конденсаторов С3, С4 и перемещением сердечника катушки индуктивности L1.

9.1.4. Диапазон перестройки частоты когерентного гетеродина должен соответствовать величине, указанной в ТО или ИЭ; когерентный гетеродин должен устойчиво работать во всем диапазоне частот фазирования; напряжения когерентного гетеродина на плечах фазового детектора должны быть равны напряжениям ограниченного сигнала (п. 9.1.3).

Проверка и настройка для выполнения данного требования показаны на примере принципиальной электрической схемы, изображенной на рис. 166.

Проверять в следующем порядке:

— вставить лампу когерентного гетеродина;

— поднести виток связи частотомера к катушке индуктивности L2 контура когерентного гетеродина;

— проверить по частотомеру диапазон перестройки частоты когерентного гетеродина, вращая ротор переменного конденсатора С3, который с конденсаторами С1, С2 и катушкой индуктивности L2 составляет колебательный контур.

Если диапазон перестройки когерентного гетеродина не соответствует требуемой величине, проверить лампу каскада, конденсаторы С1, С2, С3 и катушку индуктивности L2.

Напряжения когерентного гетеродина на плечах фазового детектора измерять ламповым вольтметром постоянного тока, подключенным поочередно к гнездам КОНТРОЛЬ 1, КОНТРОЛЬ 2 фазового детектора (рис. 164) и к корпусу.

В случае когда напряжения не соответствуют требуемым величинам, проверить лампу когерентного гетеродина, лампы смесителей I и II, фильтров-усилителей I и II в устройстве компенсации ветра (рис. 167), проверить режимы питания этих каскадов, настроить каскады смесителей II и I, фильтров-усилителей II и I (настраивать, как правило, в случае замены элементов контуров).

Настройка смесителя II и фильтра-усилителя II рассмотрена на примере принципиальной электрической схемы, изображенной на рис. 168, и проводится в следующем порядке:

— вынуть лампу когерентного гетеродина и кварцы в кварцевых генераторах II и I;

— подключить к гнезду КОНТРОЛЬ 1 фазового детектора (рис. 164) ламповый вольтметр постоянного тока;

— подать на управляющую сетку лампы Л2 от ГСС, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной частоте напряжения на выходе смесителя II;

— настроить контур L5, С9 фильтра-усилителя II вращением сердечника катушки индуктивности L5 по максимальному показанию лампового вольтметра; если контур настраивается в крайнем положении сердечника, подобрать емкость конденсатора С9 так, чтобы контур настраивался в среднем положении сердечника; отключить ГСС;

— подать на управляющую сетку лампы Л1 смесителя от ГСС, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной частоте кварцевого генератора II; на катод лампы Л1 подать напряжение от второго ГСС частотой фильтра-усилителя I;

— настроить поочередно контуры L3, С3, L4, С4 вращением сердечников катушек индуктивности этих контуров по максимальному показанию лампового вольтметра, подключенного к контрольному гнезду КОНТРОЛЬ 1 фазового детектора; отключить ГСС и ламповый вольтметр;

— подать на контур L1, С1 от ГСС напряжение частотой, равной частоте кварцевого генератора II;

— подключить вход *Y* осциллографа, включенного в режим непрерывной развертки, к одной из управляющих сеток смесителя II;

— настроить поочередно контур L1, C1 и L2, C2 вращением сердечников катушек индуктивности этих контуров; если контуры настраиваются в крайнем положении сердечников, подобрать емкости контуров так, чтобы контуры настраивались в среднем положении сердечников; аналогично настроить каскады смесителя I и фильтра-усилителя I.

Диапазон частот фазирования, при которых когерентный гетеродин работает устойчиво, проверять в следующем порядке:

— установить лампу когерентного гетеродина;

— подать от генератора импульсов импульсы запуска (параметры импульсов запуска указаны в ИЭ или ТО) на каскады фазирования и на вход *X* (вход усилителя синхронизации и горизонтального отклонения) осциллографа;

— подать на вход каскадов фазирования и на вход усилителя-ограничителя от ГСС, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной промежуточной;

— включить осциллограф в режим ждущей развертки и подать на вход *Y* осциллографа напряжение с выхода когерентно-импульсного устройства;

— плавно изменяя частоту ГСС в небольших пределах, получить на экране осциллографа изображение 4—5 периодов кривой напряжения синусоиды; осциллограмма должна быть устойчивой, что характеризует устойчивость работы гетеродина;

— плавно изменить частоту ГСС от установленного значения и определить частоты, при которых происходит срыв устойчивой осциллограммы.

Определить диапазон частот фазирования как разность этих частот.

Если когерентный гетеродин работает неустойчиво при частоте фазирования, соответствующей промежуточной частоте, или диапазон частот фазирования не соответствует требуемому, проверить лампы каскадов фазирования; настроить каскады фазирования. В случае когда каскады выполнены по схеме резонансного усилителя, настройка их аналогична настройке усилителей промежуточной частоты (разд. 3).

9.1.5. Частота компенсации ветра (разность частот кварцевых генераторов) устройства компенсации ветра должна соответствовать величине, указанной в Формуляре.

Проверка и настройка для выполнения данного требования показаны на примере устройства (рис. 167), в котором используется двойное преобразование частоты когерентного гетеродина.

Частоту компенсации ветра проверять в следующем порядке:

— вынуть лампу когерентного гетеродина;

— подать на вход усилителя-ограничителя и на вход смесителя I схемы компенсации ветра напряжение частотой, равной промежуточной частоте приемника;

— подать на делитель устройства компенсации ветра (рис. 167) синусоидальное напряжение, соответствующее значению напряжения синусно-косинусного устройства;

— подключить вход *Y* (вход усилителя вертикального отклонения) осциллографа к выходу фазового детектора;

— установить делителем такую величину управляющего напряжения, при которой на экране осциллографа будет изображение горизонтальной линии; это будет соответствовать нулевой разности частот кварцевых генераторов;

— выключить генератор развертки осциллографа и подать на вход *X* (вход усилителя горизонтального отклонения) осциллографа напряжение частотой, равной частоте компенсации ветра от генератора звуковой частоты;

— изменяя напряжение, подаваемое с делителя на детекторы I и II (регулировка в делителе), добиться, чтобы на экране осциллографа наблюдался эллипс или наклонная прямая. При этом частота генератора звуковой частоты будет соответствовать частоте компенсации ветра. Если требования пункта не выполняются, проверить лампы кварцевых генераторов I и II, коммутаторов I и II, парафазного усилителя, детекторов I и II, каскадов управления частотой, проверить режимы питания этих каскадов.

9.1.6. Частота напряжения модулирующего гетеродина и величина этого напряжения должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Частоту проверять гетеродинным волномером, который подключить к выходу модулирующего гетеродина. Напряжение модулирующей частоты измерять на выходе модулирующего гетеродина ламповым вольтметром переменного тока.

Если частота модулирующего гетеродина не соответствует требуемой величине, настроить контуры данного каскада на требуемую частоту.

В случае когда величина модулирующего напряжения не соответствует требуемой величине, проверить лампу данного каскада и режим питания.

9.1.7. Форма спиральной развертки потенциалоскопа не должна быть искажена (растянута в одном направлении, а в другом — сжата). Минимальный внутренний и максимальный внешний диаметры и шаг спирали спиральной развертки должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Проверять визуально на мишенях потенциалоскопов.

Если регулировками ДИАМЕТР СПИРАЛИ и ШАГ РАЗВЕРТКИ не удается установить требуемую форму спиральной развертки, проверить генератор спиральной развертки (рис. 152), как указано в пп. 8.2.5—8.2.9.

9.1.8. Резонансная частота усилителя модулирующей частоты (УМЧ) должна соответствовать модулирующей частоте; полоса пропускания и коэффициент усиления должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Проверка и настройка для выполнения данных требований показаны на примере усилителя УМЧ, выполненного по схеме резонансного усилителя (принципиальная электрическая схема одного каскада УМЧ изображена на рис. 169).

Обычно усилитель модулирующей частоты состоит из нескольких таких каскадов.

Проверять в следующем порядке:

— вынуть на время проверки лампу модулирующего гетеродина;

— подключить к нагрузке детектора (рис. 163) ламповый вольтметр постоянного тока и измерить напряжение $U_{\text{дет}}$, которое обусловлено наличием начального тока при отсутствии внешнего сигнала на входе детектора; напряжение $U_{\text{дет}}$ измерять только в схемах, где применены ламповые диоды;

— подать на управляющую сетку лампы первого каскада усиления от ГСС, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной модулирующей;

— плавно изменить частоту ГСС до получения максимального показания лампового вольтметра постоянного тока, подключенного к нагрузке детектора. Установить напряжение U_2 на выходе ГСС таким, чтобы вольтметр показывал напряжение на нагрузке детектора $(U_2+U_{\text{дет}})$; напряжение U_2 принимается за максимальный уровень;

— изменяя частоту ГСС в сторону высших и низших частот, поочередно установить частоты $f_{\text{в}}$ и $f_{\text{н}}$, при которых напряжение на нагрузке детектора будет составлять 0,7 максимального уровня, т. е. вольтметр будет показывать $0{,}7U_2+U_{\text{дет}}$; измерить эти частоты гетеродинным частотомером;

— определить резонансную частоту по формуле

$$f_{\text{р}}=\frac{f_{\text{в}}-f_{\text{н}}}{2};$$

— определить полосу пропускания по формуле

$$\Delta f=f_{\text{в}}-f_{\text{н}};$$

— установить на ГСС частоту, соответствующую резонансной, и уровень выходного напряжения такой величины, чтобы вольтметр вновь показал

$$(U_2+U_{\text{дет}});$$

— определить по аттенюатору ГСС уровень выходного напряжения U_1;

— определить коэффициент усиления по формуле

$$K=\frac{U_2}{U_1}.$$

Если резонансная частота УМЧ не соответствует требуемой величине, настроить поочередно контуры каскадов УМЧ вращением сердечников катушек индуктивности L1, L2 (рис. 169).

В случае когда полоса пропускания УМЧ не соответствует требуемой величине, проверить резисторы R2, R6, подключенные параллельно контурам каскадов. Уменьшение сопротивления этих резисторов ведет к расширению полосы пропускания.

Если коэффициент усиления УМЧ не соответствует требуемой величине, проверить лампы каскадов УМЧ, режимы питания каскадов на этих лампах.

9.1.9. Каскады формирования контрольных импульсов должны вырабатывать все виды импульсов, необходимых для проверки и контроля работы устройства защиты от помех.

Длительность и амплитуда контрольных импульсов должны соответствовать величинам, указанным в ТО или ИЭ.

Проверять осциллографом, включенным в режим ждущей развертки. Вход *У* осциллографа подключить к выходу каскадов формирования контрольных импульсов. Переключатель контрольных импульсов установить поочередно в каждое положение.

Настройка каскадов контрольных импульсов для выполнения требования данного пункта изложена на примере принципиальной электрической схемы, изображенной на рис. 170.

Если контрольные импульсы на выходе канала отсутствуют при любом положении переключателя КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ, проверить наличие сигнала на входе двустороннего ограничителя, собранного на левой половине лампы Л1, проверить элементы дифференцирующей цепочки — конденсатор С2 и резистор R6, проверить диод Д1, лампу Л1 и лампу Л2 ждущего мультивибратора.

В случае когда амплитуда импульсов на выходе не соответствует требуемой величине, провести регулировку величины амплитуды переменным резистором R4 АМПЛИТУДА КОНТРОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ катодного повторителя (правая половина лампы Л1).

При наличии отрицательных выбросов на контрольных импульсах проверить диод Д2.

При длительности импульсов, не соответствующей требуемой (переключатель КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ в положении _|‾|_ или ‾|_|‾), проверить резисторы R11, R14, R15, конденсатор С5. Длительность импульсов прямо пропорциональна величинам этих элементов. Регулировка длительности допускается лишь изменением величины сопротивления резисторов R14, R15 и емкости конденсатора С5.

При установке переключателя КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ в положение _|‾‾|_ (широкий импульс) длительность импульсов зависит от емкости конденсаторов С5, С6.

Амплитуду положительных контрольных импульсов в некоторых пределах можно менять изменением сопротивления резисторов R13 и R12, при этом общее сопротивление делителя (R13, R12) должно оставаться неизменным.

Амплитуду отрицательных импульсов в некоторых пределах можно менять изменением сопротивления резисторов R9 и R10, при

этом общее сопротивление делителя (R10, R9) должно оставаться неизменным.

9.1.10. Каскады формирования строб-импульсов должны вырабатывать:

— строб-импульсы МЕСТНЫЕ длительностью, указанной в ТО или ИЭ;

— строб-импульсы ДИПОЛЬНЫЕ.

Проверять в следующем порядке:

— подать от генератора импульсов на вход схемы формирования строб-импульсов МЕСТНЫЕ (рис. 171) импульсы запуска амплитудой и частотой следования, указанной в ИЭ или ТО;

— включить осциллограф в режим ждущей развертки и подключить вход *Y* (вход усилителя вертикального отклонения) к выходу суммирующего каскада;

— измерить длительность строб-импульсов МЕСТНЫЕ;

— подать на вход схемы формирования строб-импульсов ДИПОЛЬНЫЕ контрольные импульсы с каскадов формирования контрольных импульсов (переключатель КОНТРОЛЬНЫЕ ИМПУЛЬСЫ схемы рис. 9.8 в положении _|‾‾|_ ШИРОКИЙ ИМПУЛЬС) или импульсы длительностью, превышающей длительность эхо-сигналов, от второго генератора импульсов. При этом на экране осциллографа должны наблюдаться строб-импульсы МЕСТНЫЕ и строб-импульсы ДИПОЛЬНЫЕ. Если длительность строб-импульсов МЕСТНЫЕ не соответствует требуемой, проверить элементы схемы формирования импульсов, лампы каскадов и режимы питания.

В случае когда строб-импульсы ДИПОЛЬНЫЕ отсутствуют на экране осциллографа (не формируются), проверить лампы каскадов формирования строб-импульсов (видеоусилитель, усилители-ограничители, усилители задержанного и незадержанного сигналов, выходной усилитель, суммирующий каскад), режимы питания этих каскадов, проверить линии задержки.

9.1.11. Коэффициент подавления контрольных импульсов должен соответствовать величине, указанной в Формуляре.

Проверять в следующем порядке:

— включить компенсационное устройство;

— подать контрольные импульсы положительной полярности на вход предварительного усилителя (рис. 163) и измерить осциллографом амплитуду U_c этих импульсов;

— подключить вход *Y* осциллографа к выходу оконечного каскада (видеоусилитель выхода);

— измерить по осциллографу величину остатка положительных контрольных импульсов ($U_{ост}$);

— подать на вход предварительного усилителя контрольные импульсы отрицательной полярности амплитудой U_c;

— измерить по осциллографу величину остатка отрицательных контрольных импульсов ($U_{ост}$);

— определить коэффициент подавления для положительных и отрицательных контрольных импульсов по формуле

$$K = \frac{U_c}{U_{ост}}.$$

Если коэффициент подавления не соответствует требуемой величине, то, изменяя несколько раз положения оси регулировки ЯРКОСТЬ РАЗВЕРТКИ потенциалоскопа и фокусируя каждый раз луч потенциалоскопа, регулировкой ФОКУС провести оптимальную регулировку по минимуму остатков.

Если регулировка не выполняется, проверить исправность потенциалоскопа согласно указаниям ИЭ.

9.2. КОГЕРЕНТНО-КОМПЕНСАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ НА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ

Общие сведения

9.2.1. Структурная схема системы защиты на ультразвуковой линии задержки изображена на рис. 172.

Система защиты состоит из когерентного компенсационного устройства и схемы вычитания.

Назначение функциональных частей когерентно-компенсационного устройства описано в п. 9.1.1.

Схема вычитания представляет собой двухканальное устройство, на выходе которого (в каскаде вычитания) выделяется разность сигналов в двух смежных периодах повторения.

Сигналы, амплитуда которых на выходе когерентно-импульсного устройства постоянна (сигналы от пассивных помех), компенсируются схемой вычитания.

При этом на экране индикатора станции наблюдаются лишь сигналы, амплитуда которых изменяется, т. е. сигналы от движущихся целей.

Модулятор с генератором высокой частоты служат для преобразования видеосигналов, поступающих с фазового детектора, в высокочастотные импульсы. Это необходимо для обеспечения неискаженной передачи сигнала по линии задержки.

Высокочастотные импульсы усиливаются в усилителе высокочастотных сигналов и поступают на прямой канал (ослабитель, детектор, усилитель прямого сигнала) и задерживающий канал (ультразвуковая линия задержки, детектор, усилитель задержанного сигнала). Продетектированные сигналы с двух каналов подаются на каскад вычитания. Причем полярность задержанного сигнала на входе каскада вычитания противоположна полярности прямого сигнала, а задержка сигнала равна периоду повторения.

После взаимного вычитания импульсов в каскаде вычитания сигнал, равный разности импульсов (может быть любого знака), подается на парафазный усилитель.

При воздействии на вход парафазного усилителя сигналов различной полярности на его выходе будут сигналы равной амплитуды, но различной полярности.

На выходе двухполупериодного выпрямителя импульсы будут всегда одной полярности, необходимой для индикатора станции.

После двухполупериодного выпрямителя видеоимпульсы усиливаются и подаются на индикатор станции.

В каскадах формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции вырабатываются импульсы для проверки работы схемы вычитания и импульсы запуска станции.

Проверяемые технические требования

9.2.2. Проверке подлежат следующие технические требования:

— диапазон перестройки частоты когерентного гетеродина (п. 9.1.4);

— напряжение когерентного гетеродина на плечах фазового детектора (п. 9.1.4)

— диапазон частот фазирования когерентного гетеродина (п. 9.1.4);

— частота компенсации ветра устройства компенсации ветра (п. 9.1.5);

— частота следования импульсов запуска станции;

— амплитуда и длительность контрольных импульсов;

— резонансная частота и полоса пропускания усилителя высокочастотных сигналов;

— величина напряжения генератора несущей частоты;

— глубина модуляции несущей частоты контрольным импульсом;

— коэффициент передачи напряжения по прямому и задерживающему каналам;

— остаточное напряжение от компенсируемого контрольного импульса.

Проверка технических требований

9.2.3. Частота следования импульсов запуска станции, вырабатываемых каскадами формирования импульсов запуска, должна соответствовать величине, указанной в Формуляре или ТО.

Должно быть обеспечено изменение периода следования импульсов на величину, указанную в Формуляре или ТО.

Проверка и настройка для выполнения требований показаны на примере схемы, изображенной на рис. 173. Схема выполнена в виде кольца.

В «кольце» запуска устанавливается режим генерации импульсов. Частота следования импульсов «кольца» запуска изменяется с помощью электронной схемы задержки. Каскад запирания вырабатывает импульс, служащий для разрыва «кольца» на определенное время после сформирования импульсов в генераторе импульсов.

Проверять в следующем порядке:

— подать на вход *X* осциллографа от генератора звуковой частоты напряжение частотой, равной частоте следования импульсов запуска; установить такую амплитуду напряжения генератора звуковой частоты, при которой линия развертки будет примерно равна половине экрана осциллографа;

— установить регулировку изменения частоты следования импульсов запуска (в электронной схеме задержки) в положение, соответствующее нижнему пределу частоты следования импульсов;

— подать на вход *Y* осциллографа импульсы запуска станции с выхода согласующего каскада;

— плавно изменить частоту генератора звуковой частоты до получения устойчивого (или медленно перемещающегося) изображения одиночного импульса на экране осциллографа; определить нижний предел $F_н$ частоты следования импульсов запуска по шкале генератора звуковой частоты; определить период следования импульсов запуска по формуле

$$T_н = \frac{10^6}{F_н},$$

где $T_н$ — период следования, *мксек*;
$F_н$ — частота следования, *гц*;

— установить регулировку изменения частоты следования импульсов запуска в положение, соответствующее верхнему пределу частоты следования;

— определить верхний предел $F_в$ частоты следования импульсов запуска; определить период следования импульсов запуска по формуле

$$T_в = \frac{10^6}{F_в};$$

— определить изменение периода следования импульсов запуска по формуле

$$\Delta T = T_в - T_н.$$

Если импульсы запуска станции на выходе согласующего каскада отсутствуют (нет изображения одиночного импульса на экране осциллографа), проверить лампу и элементы генератора импульсов, режим питания этого каскада.

Проверить также лампы остальных каскадов формирования импульсов запуска, режимы питания этих каскадов, проверить монтаж ультразвуковой линии задержки, входной и выходной контуры этой линии задержки.

При несоответствии величины изменения периода следования импульсов запуска станции требуется проверить элементы регулировки частоты следования импульсов в электронной схеме задержки.

9.2.4. Амплитуда и длительность контрольных импульсов, вырабатываемых каскадами формирования контрольных импульсов, должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО.

Проверка и настройка для выполнения требования показаны на примере схемы, изображенной на рис. 173, в которой импульсы запуска станции являются запускающими импульсами каскадов формирования контрольных импульсов.

Проверять в следующем порядке:

— подключить вход *Y* осциллографа к выходу усилителя видеоимпульсов схемы формирования контрольных импульсов;

— на вход *X* осциллографа подать импульсы запуска станции с выхода согласующего каскада схемы формирования импульсов запуска; включить осциллограф в режим внешней синхронизации;

— измерить амплитуду и длительность контрольного импульса.

Если требования пункта не выполняются, проверить лампы каскадов формирования контрольного импульса и режимы каскадов на этих лампах.

9.2.5. Резонансная частота и полоса пропускания усилителя высокочастотных сигналов должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО.

Проверка и настройка для выполнения данного требования показаны на примере принципиальной электрической схемы (рис. 174).

Проверять в следующем порядке:

— подключить к контрольному гнезду Г1 контрольного детектора (лампа Л4) вольтметр постоянного тока;

— подать на управляющую сетку лампы Л1 (первый каскад усилителя высокой частоты) от генератора стандартных сигналов, включенного в режим непрерывной генерации, напряжение частотой, равной частоте генератора несущей частоты (рис. 172);

— плавно изменить частоту ГСС до получения максимального показания вольтметра, подключенного к контрольному гнезду Г1;

— установить выходное напряжение ГСС такой величины, чтобы показание вольтметра было равно 0,5—1 *в* ($U_{макс}$);

— изменяя частоту ГСС в обе стороны, определить частоты $f_н$ и $f_в$, при которых показания вольтметра будут такой величины, которая требуется для измерения полосы пропускания;

— определить резонансную частоту по формуле

$$f_р = \frac{f_н - f_в}{2};$$

— определить полосу пропускания по формуле

$$\Delta f = f_в - f_н;$$

— подключить вольтметр постоянного тока к контрольному гнезду Г2 лампы Л4 и повторить предыдущую проверку.

Если резонансная частота не соответствует требуемой величине, настроить каскады усилителя высокой частоты в следующем порядке:

— подключить вольтметр постоянного тока к контрольному гнезду Г1;

— подать от ГСС на управляющую сетку лампы Л1 сигнал частотой, равной частоте генератора несущей частоты;

— вращая поочередно сердечники катушек L1 и L3, добиться в каждом случае максимального показания вольтметра;

— подключить вольтметр постоянного тока к контрольному гнезду Г2;

— вращая сердечник катушки L2, добиться максимального показания вольтметра.

Если полоса пропускания не соответствует требуемой величине, проверить резисторы R5 и R7. Уменьшение сопротивления этих резисторов ведет к расширению полосы пропускания.

9.2.6. Величина напряжения генератора несущей частоты, поступающего на модулятор, должна соответствовать данным, указанным в ИЭ или ТО.

Проверять ламповым вольтметром переменного тока высокой частоты, подключенным к выходу генератора несущей частоты.

Если напряжение не соответствует требуемой величине, проверить лампу генератора, режим питания каскада.

9.2.7. Глубина модуляции несущей частоты контрольным импульсом должна соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— подать на модулятор (рис. 172) контрольные импульсы с каскадов формирования контрольных импульсов или подать импульсы требуемой полярности от генератора импульсов (длительность и амплитуда импульсов указаны в ТО или ИЭ);

— измерить осциллографом амплитуду U_c импульса на контрольном гнезде Г1 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов (рис. 174);

— измерить ламповым вольтметром постоянного тока уровень $U_н$ несущей частоты на контрольном гнезде Г1 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов;

— определить глубину модуляции в процентах по формуле

$$m = \frac{U_c}{U_н} \cdot 100\ \%.$$

Если глубина модуляции не соответствует требуемой величине, проверить лампу модулятора, режим питания каскада.

9.2.8. Резонансная частота и полоса пропускания усилителя задержанного сигнала и усилителя прямого сигнала должны соответствовать величинам, указанным в ИЭ или ТО.

Проверять и настраивать аналогично проверке и настройке усилителя промежуточной частоты, изложенным в разд. 3.

9.2.9. Коэффициенты передачи напряжения по прямому и задерживающему каналам должны соответствовать величине, указанной в ИЭ или ТО.

Проверять в следующем порядке:

— отключить задерживающий канал от выхода усилителя высокочастотных сигналов (рис. 172);

— подать на вход модулятора контрольные импульсы с каскадов формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции;

— измерить осциллографом амплитуду импульсов ($U_{вх}$) на контрольном гнезде Г2 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов (рис. 174);

— измерить амплитуду импульсов ($U_{вых}$) на выходе схемы вычитания (видеоусилитель выхода);

— определить коэффициент передачи напряжения по прямому каналу по формуле

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}};$$

— подключить вход задерживающего канала к усилителю высокочастотных сигналов и отключить прямой канал от выхода усилителя высокочастотных сигналов;

— аналогично определить коэффициент передачи напряжения по задерживающему каналу; амплитуду импульсов $U_{вх}$ измерять на контрольном гнезде Г1 контрольного детектора усилителя высокочастотных сигналов.

Если коэффициенты передачи обоих каналов не соответствуют требуемой величине, проверить лампы каскада вычитания парафазного усилителя видеоимпульсов, двухполупериодного выпрямителя, усилителя видеоимпульсов и видеоусилителя выхода; проверить режимы питания этих каскадов.

В случае когда коэффициент передачи напряжения со входа одного из каналов не соответствует требуемой величине, проверить лампы каскадов соответствующего канала и режимы питания этих каскадов.

9.2.10. Остаточное напряжение от компенсируемого контрольного импульса на выходе схемы вычитания должно соответствовать величине, указанной в ИЭ или Формуляре. Паразитные сигналы на выходе не должны превышать требуемой величины.

Проверять в следующем порядке:

— подать на вход модулятора контрольный импульс с каскадов контрольных импульсов;

— подключить вход *Y* осциллографа к выходу схемы вычитания;

— изменить период следования контрольных импульсов (регулировкой в каскадах формирования контрольных импульсов и импульсов запуска станции) так, чтобы на экране осциллографа наблюдались два расположенных рядом импульса;

— изменить амплитуду контрольного импульса, следующего по прямому каналу, так, чтобы на экране осциллографа наблюдались контрольные импульсы одинаковой амплитуды $U_{вых}$ (рис. 175);

регулировка амплитуды импульса, следующего по прямому каналу, находится в каскаде ослабителя;

— установить режим компенсации, т. е. добиться минимального остаточного напряжения на выходе схемы вычитания, выравнивая амплитуду контрольных импульсов (регулировкой амплитуды в каскаде ослабителя прямого сигнала) и совмещая контрольные импульсы (регулировкой изменения их частоты следования);

— измерить осциллографом абсолютное значение остаточного напряжения $U_{\text{ост. мин}}$ и амплитуду паразитных сигналов $U_{\text{пар. макс}}$ (рис. 176);

— определить величину остаточного напряжения в процентах по формуле

$$U_{\text{ост}} = \frac{U_{\text{ост. мин}}}{U_{\text{вых}}} \cdot 100\ \%;$$

— определить величину паразитных сигналов в процентах по формуле

$$U_{\text{пар}} = \frac{U_{\text{пар. макс}}}{U_{\text{вых}}} \cdot 100\ \%\ .$$

Если требование пункта не выполняется, проверить элементы регулировки амплитуды импульса в прямом канале, проверить лампы усилителей задержанного и прямого сигналов детекторов, проверить режимы питания этих каскадов.

В случае когда указанные элементы исправны, а остаточное напряжение от компенсируемого контрольного импульса и паразитные сигналы превышают требуемые величины, осмотреть монтаж входного и выходного колебательных контуров ультразвуковой линии задержки, устранить неисправности монтажа.

Для уменьшения паразитных сигналов отражающие грани линии задержки, кроме преобразующих, смазать тонким слоем (0,5—1,5 *мм*) смазки (марка смазки указана в ТО или ИЭ).

10. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ УЗЛЫ И БЛОКИ

В настоящем разделе приводятся общие сведения по проверке механизмов электромеханических узлов и блоков при их дефектации и после ремонта.

В разделе описаны наиболее применяемые методы проверки механизмов в сборе, указаны используемые при этом приборы, инструмент и оснастка, а также приведены краткие сведения о факторах, вызывающих ухудшение параметров механизмов.

10.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Механизмы блоков в зависимости от передаваемого крутящего момента можно разделить на механизмы силовые, передающие значительные усилия (крутящие моменты), и механизмы ненагруженные, не передающие заметных силовых (крутящих) моментов. К силовым механизмам относятся механизмы вращения кабин, антенн, качания отражателей и т. п. К ненагруженным механизмам относятся отсчетные механизмы, механизмы шкал, следящих систем и т. п.

Выбор средств и методов контроля параметров механизмов в значительной мере зависит от величины передаваемого усилия (крутящего момента). Так, для контроля ненагруженных механизмов, представляющих собой мелкомодульные зубчатые передачи (модуль $m<1$ *мм*), должны использоваться безмоментные и бесконтактные методы и средства измерения, не оказывающие искажающего влияния на измеряемую величину. Контроль силовых механизмов с модулем $m>1$ *мм* может осуществляться контактными приборами и инструментом, так как момент трогания этих механизмов во много раз превосходит моменты, создаваемые за счет измерительных усилий приборов.

К контактным приборам относятся индикаторы часового и рычажного типов, электрические датчики и т. п. Каждый контактный прибор или инструмент имеет свои измерительные усилия, создающие на проверяемом звене крутящие и изгибающие моменты.

К бесконтактным приборам относятся оптические средства из-

мерения (отсчетные микроскопы, теодолиты, автоколлимационные трубки), а также измерительные шкалы, уровни, стрелки и т. п.

В случае когда для проверки механизма, передающего незначительные усилия, применение бесконтактных методов и средств по какой-либо причине невозможно, необходимо определить измерительные усилия контактных приборов, для того чтобы учесть их искажающее влияние на результат измерений. В качестве примера ниже рассмотрена методика определения измерительных усилий индикатора часового типа.

Определение измерительных усилий индикаторов часового типа

В индикаторах часового типа (рис. 177) измерительное усилие создается цилиндрической винтовой пружиной, поэтому по мере движения измерительного стержня, связанного с ней, и сжатия пружины измерительное усилие индикаторов изменяется.

Индикаторы, имеющие разные пределы измерения, а также разные экземпляры индикаторов на один и тот же предел измерения, имеют разные измерительные усилия. По ГОСТ 577—60 измерительное усилие индикаторов часового типа должно находиться в пределах 80—200 *г*.

Движение измерительного стержня индикатора должно быть плавным, без задержек и заеданий. Стрелка после снятия давления с измерительного стержня должна свободно возвращаться в исходное положение. Индикаторы, не удовлетворяющие указанным требованиям, могут иметь неравномерное измерительное усилие, что приведет к ошибкам при проверке мертвых ходов механизмов.

Перед определением измерительного усилия необходимо установить индикатор на нуль, для чего сообщить натяг измерительному стержню не менее чем 0,15 *мм* и, поворачивая ободок, совместить нулевой штрих основной шкалы циферблата со стрелкой. После этого проверить постоянство показаний индикатора, для чего 2—3 раза поднять измерительный стержень на высоту 2—3 *мм* и опустить его. Если стрелка займет какое-либо иное положение, снова совместить с ней нулевой штрих основной шкалы циферблата.

Измерительное усилие индикаторов можно определить по схеме, приведенной на рис. 178, с помощью настольных циферблатных весов *1* (ГОСТ 7327—55) и приспособления (рис. 179). Индикатор закрепляется в держателе стойки так, чтобы его измерительный наконечник не доходил до верхней поверхности площадки весов на 0,5—1 *мм*. Затем с помощью микрометрического винта индикатор опускается вниз до тех пор, пока стрелка индикатора не установится на нуль. Записывается первое показание весов и индикатора. После этого индикатор плавно опускается вниз, через каждые 5—10 *г* записываются показания весов и индикатора. Такие измерения и записи производятся на полном пределе измерения индикатора. Для каждого индикатора измерения повторяются

3 раза. По данным этих измерений строится усредненный график зависимости измерительного усилия P (*г*) от показаний шкалы индикатора И (*мм*). Пример графика приведен на рис. 180. Для получения большей точности график строится в крупном масштабе. По графику определяется измерительное усилие индикатора на рабочем участке шкалы.

Ниже рассмотрены наиболее употребительные методы проверки параметров механизмов.

10.2. ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Техническое состояние механизма зависит не только от исправности его деталей, но и от качества его сборки, регулировки и приработки после ремонта.

Исправность механизма при дефектации, так же как и качество его сборки, регулировки и приработки после ремонта, определяется путем измерения следующих параметров:

— осевого зазора (люфта) валиков;
— мертвого хода;
— статического момента;
— ошибок передач;
— плавности и легкости хода.

Номинальные числовые значения всех или части перечисленных параметров и допустимые отклонения от них для конкретных механизмов указываются в ремонтной документации.

10.3. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Проверка мертвых ходов

10.3.1. Мертвым ходом механизма (звена) называется угол поворота (или линейное перемещение) ведущего элемента кинематической цепи, в пределах которого ведомое звено остается неподвижным. Появление мертвого хода обусловлено наличием зазоров в соединениях (зацеплениях) и упругими деформациями звеньев механизма.

Величина мертвого хода характеризует степень износа и правильность сборки механизма, поэтому для каждого механизма в ремонтной документации указывается ее предельно допустимое значение.

Существует несколько методов измерения мертвых ходов. Для выбора метода проверки мертвого хода в каждом конкретном случае необходимо знать кинематическую схему механизма и следующие его параметры:

— допустимую величину мертвого хода;

— момент вращения со стороны ведущего валика при контроле;

— необходимый момент нагрузки на ведомом валике при контроле;

— момент трогания, необходимый для поворота механизма;

— передаточное отношение механизма.

Существуют два основных способа проверки мертвых ходов:

— проверка нагружением ведущего валика при неподвижном (закрепленном) ведомом валике механизма;

— проверка при незакрепленном ведомом валике механизма с нагружением или без нагружения ведущего валика.

Проверка мертвого хода при закрепленном ведомом валике применяется преимущественно для зубчатых цилиндрических и конических зацеплений с небольшим передаточным отношением (примерно 1 : 5). При этом, как правило, закрепляется тихоходный валик, а быстроходный валик поворачивают до упора в обоих направлениях. Угол поворота быстроходного валика между двумя крайними положениями и определяет величину мертвого хода.

Вращение валика осуществляется специальными приборами или приспособлениями, создающими реверсивный крутящий момент. Величина этого момента не должна превышать значений, указанных в ремонтной документации, во избежание поломки механизма или искажения результатов измерения вследствие упругих деформаций. Для крупномодульных силовых механизмов допускается осуществлять вращение ведущего валика рукой, однако без применения чрезмерных усилий.

Проверка мертвого хода (при незакрепленном ведомом валике) применяется для зубчатых передач, а также для червячных, кулачковых, коноидных и других механизмов, где закрепление ведомого валика недопустимо вследствие возможного образования большого контактного усилия между звеньями передачи, несвойственного условиям нормальной эксплуатации механизма.

Проверка мертвого хода (при незакрепленном ведомом валике) может производиться по двум схемам.

Первая схема проверки мертвого хода заключается в том, что поворачивают ведущий валик механизма в одном направлении и после начала вращения ведомого валика вращение ведущего валика прекращают. Отсчитывают угол поворота ведущего валика, замечают положение ведомого валика, принимая его за первоначальное, нулевое положение. После произведенных отсчетов вращают ведущий валик механизма в том же направлении так, чтобы ведомый валик повернулся на некоторый угол. Затем вращают ведущий валик в обратном направлении; и в тот момент, когда ведомый валик займет первоначально замеченное (нулевое) положение, вращение ведущего валика прекращают, производят отсчет угла поворота ведущего валика. Разность отсчетов углов поворота ведущего валика равна величине мертвого хода.

По второй схеме проверки поворачивают ведущий валик в одном направлении до момента трогания (начала вращения) ведо-

мого валика. После начала вращения ведомого валика вращение прекращают и отсчитывают угол поворота ведущего валика. Затем поворачивают ведущий валик в обратном направлении до момента начала вращения ведомого валика и снова отсчитывают угол поворота ведущего валика. Разность или сумма первого и второго отсчетов равна величине мертвого хода механизма.

Ввиду трудности точного определения момента трогания ведомого валика предпочтительно применять первую схему проверки.

Для определения угла поворота ведущего звена механизма применяются шкалы, отсчетные микроскопы, автоколлимационные трубки, уровни, индикаторы часового или рычажного типа и т. п.

Приборы и инструмент для определения начала вращения (момента трогания) или первоначального нулевого положения ведомого валика механизма иногда называют нуль-индикаторами. К ним относятся индикаторы часового или рычажного типа, отсчетные микроскопы, автоколлиматоры, электрические датчики и др.

Проверка мертвого хода с помощью индикатора часового типа и шкалы

10.3.2. Пусть необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 181) от ведущего валика *1* до шкалы *2* грубого отсчета дальности. Мертвый ход должен быть не более 2°. Вращающий момент (момент трогания $M_{тр}$) механизма, приложенный к ведущему валику *1*, должен быть не более 70 *гсм*. Цена деления шкалы $15' \pm 5'$. Ширина высокой риски шкалы 0,6 *мм*, ширина низкой риски шкалы 0,3 *мм*. Ведущий валик и ведомую ось при проверке не нагружать.

Примем метод проверки при незакрепленной ведомой (выходной) оси. Величину поворота ведущего валика предполагаем определять с помощью индикатора часового типа и рычага с плечом 50 *мм*, закрепленного на ведущем валике. Определим вращающий момент $M_{вр}$, создаваемый измерительным усилием P индикатора на плече $R=50$ *мм* рычага. Пусть среднее измерительное усилие P индикатора на рабочем участке от 1 до 2 *мм* шкалы равно 120 *г*, тогда

$$M_{вр} = P \cdot R = 120 \cdot 5 = 600 \text{ гсм}.$$

При таком вращающем моменте от измерительного усилия индикатора ведущий валик будет вращаться, так как $M_{вр} > M_{тр}$ (при этом проверка невозможна). Для компенсации действия измерительного усилия индикатора на ведущий валик применяют различные приспособления. На рис. 182 показано приспособление, в котором компенсация измерительного усилия осуществляется микрометрическим винтом *5* через рычаг *8*. Пружина *6* все время удерживает рычаг *8* в соприкосновении с винтом *5*. В этом приспособлении кронштейн *7* закреплен в стойке для индикатора часового типа. Для большей точности проверки вместо стойки для индика-

тора часового типа рекомендуется применять более жесткую стойку, например стойку для крепления автоколлимационной трубки, а стержень кронштейна *7* (рис. 182) изготовлять большего диаметра. Примем метод проверки индикатором часового типа с компенсацией измерительного усилия индикатора с помощью приспособления, изображенного на рис. 182.

Для проверки механизм устанавливают на плиту. На ведущем валике закрепляют рычаг *8* с плечом $R=100$ *мм*. Обычно применяется рычаг с длиной плеча от 50 до 100 *мм*. Стойку *1* с кронштейном *7* устанавливают на плиту, в кронштейне с помощью винта *4* закрепляют индикатор. Для большей жесткости основание стойки *1* закрепляется на плите с помощью струбцин. Пружину *6* закрепляют за рычаг *8*. Положение индикатора регулируют так, чтобы измерительный наконечник индикатора был перпендикулярен рычагу, а точка касания измерительного наконечника находилась на расстоянии 100 *мм* от оси ведущего валика; при этом индикатор должен быть заведен на 1—2 оборота (1—2 *мм*). Вращают микрометрический винт в одну сторону, в момент совмещения риски одного из низких делений шкалы механизма с визиром вращение винта прекращают. Замечают первое показание индикатора с учетом происшедшего поворота ведомого валика. После этого вращают микрометрический винт *5* в том же, а затем в обратном направлении, и в момент совмещения первоначально замеченной риски шкалы с визиром вращение винта *5* прекращают, выполняют второй отсчет по индикатору. Разность показаний индикатора равна величине мертвого хода в миллиметрах.

Пусть эта разность X показаний индикатора оказалась равной 3,35 *мм*. Мертвый ход $\Delta\varphi_{м.х}$ в угловой мере определим из формулы

$$\operatorname{tg}(\Delta\varphi_{м.\,х}) = \frac{X}{R} = \frac{3{,}35}{100} = 0{,}0335.$$

По таблице (приложение 4) находим $\Delta\varphi_{м.х}=1°55'$, следовательно, мертвый ход равен 1°55′.

Определим погрешность метода проверки.

Основной погрешностью в данном случае будет погрешность, получаемая в результате неточности совмещения риски шкалы с риской визира (с визиром). Допустим, что это совмещение выполнено с точностью $^1/_3$ ширины низкой риски шкалы, т. е.

$$\Delta C = \frac{0{,}3}{3} = 0{,}1 \text{ мм}.$$

Тогда погрешность $\Delta\varphi$ отсчета по индикатору будет равна

$$\Delta\varphi = i \cdot \Delta\alpha,$$

где i — передаточное число от ведущего валика до оси шкалы;
$\Delta\alpha$ — угол поворота шкалы, соответствующий $^1/_3$ ширины (0,1 *мм*) риски шкалы.

Определим передаточное число:

$$i = \frac{96 \cdot 99 \cdot 128}{48 \cdot 22 \cdot 96} = 12.$$

Угол $\Delta\alpha$ определим из формулы

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha = \frac{\Delta C}{R} = \frac{0{,}1}{50} = 0{,}002,$$

где $R = 50$ *мм* — радиус шкалы механизма.

По таблице (приложение 4) находим $\Delta\alpha = 7'$.

Подставляя полученные величины $\Delta\alpha = 7'$ и $i = 12$ в формулу $\Delta\varphi = i \cdot \Delta\alpha$, получим

$$\Delta\varphi = 12 \cdot 7 = 84' = 1°24',$$

что составляет $1°24' : 2° = 84' : 120' = 0{,}7$, или 70% величины допуска на мертвый ход.

Такая погрешность метода проверки недопустима. Поэтому для определения момента трогания (начала вращения шкалы или приведения ее к первоначальному, нулевому положению) необходимо применять более точный прибор (например, отсчетный микроскоп).

Проверка мертвого хода с помощью индикатора, измеряющего величину угла поворота ведущего валика и шкалы механизма (или в случае ее отсутствия — специально изготовленной шкалы, устанавливаемой на ведомый валик), возможна только при большом допуске на мертвый ход и малом передаточном числе (примерно 1 : 5) механизма.

Проверка мертвого хода с помощью двух шкал

10.3.3. Пусть необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 183) в кинематической цепи от ведущего валика *1* до ведомого валика *2*. Мертвый ход при нагрузке ведомого валика *2* реверсивным моментом 105 *кгсм* должен быть не более 25°.

В состав данного механизма входят червячные передачи. Поэтому во избежание образования больших контактных усилий между звеньями передачи, несвойственных условиям эксплуатации механизма, применять метод контроля с закреплением ведомого валика не рекомендуется. В данном случае этот метод неприменим также потому, что во время проверки ведомый валик должен нагружаться реверсивным моментом.

Примем метод проверки с незакрепленным ведомым валиком с помощью двух шкал диаметром $D_ш = 150$ *мм*, ценой деления 1°, шириной рисок 0,3 *мм*.

Для проверки на ведомый вал устанавливают шкалу *2* (рис. 184) и шкив *1* диаметром 175 *мм*, а на ведущий вал — шкалу *4* и маховик *5* механизма. На корпусе механизма с помощью крепежных деталей механизма или пластилина устанавливают индексы (стрелки) *3*. На шкиве закрепляют шнур и к нему подвешивают груз весом 1050 *кгмм* : 87,5 *мм* = 12 *кг*. Маховиком поворачи-

вают ведущий вал так, чтобы груз поднимался. Затем после небольшого подъема груза вращение маховика прекращают и выполняют отсчет по шкалам. После этого груз подвешивают на другую сторону шкива *1*, вращают маховик в обратном направлении до момента совмещения риски индекса с первоначально замеченным делением шкалы *2* ведомого валика. Выполняют второй отсчет по шкале *4* ведущего валика. Разность первого и второго отсчетов по шкале ведущего валика равна величине мертвого хода механизма.

Определим погрешность принятого метода измерения. Если совмещение риски шкалы *2* с риской индекса *3* выполнено с точностью ширины риски шкалы $\Delta C = 0{,}3$ *мм*, то погрешность $\Delta\varphi$ отсчета по шкале *4* ведущего валика будет равна

$$\Delta\varphi = i_{1,2} \cdot \Delta\alpha,$$

где $i_{1,2}$ — передаточное число от ведущего валика *1* (рис. 183) до ведомого валика *2* механизма;

$\Delta\alpha$ — угол поворота шкалы, соответствующий ширине ΔC риски шкалы.

Передаточное число $i_{1,32}$ от ведущего валика *1* до червячного колеса $z = 32$ будет равно

$$i_{1,32} = \frac{32}{2} = 16.$$

Из теории планетарных механизмов известно, что шестерня $z = 40$, закрепленная на ведомом валике *2*, вращается со скоростью, вдвое большей скорости червячной шестерни $z = 32$. Следовательно, передаточное число $i_{1,2}$ от ведущего валика *1* до ведомого валика *2* будет равно

$$i_{1,2} = 16 : 2 = 8.$$

$\Delta\alpha$ определяется из формулы

$$\operatorname{tg}\Delta\alpha = \frac{\Delta C}{R} = \frac{0{,}3}{75} = 0{,}004,$$

где R — радиус шкалы, равный 75 *мм*.

Следовательно, $\Delta\alpha = 14'$ (приложение 4).

Подставляя полученные величины $\Delta\alpha$ и $i_{1,2}$ в формулу $\Delta\varphi = i \cdot \Delta\alpha$, получим

$$\Delta\varphi = 8 \cdot 14' = 112' = 1°52'.$$

Погрешность проверки мертвого хода при заданном допуске 25° составит примерно $\frac{112}{25 \cdot 60} = 0{,}075$, или 7,5% величины допуска на мертвый ход, т. е. проверка выполнена с достаточной точностью.

Проверка мертвого хода с помощью двух шкал применяется при большом допуске на мертвый ход и небольшом передаточном числе.

Проверка мертвого хода с помощью шкалы

10.3.4. Пусть необходимо проверить мертвый ход механизма, имеющего только цилиндрические и конические зубчатые зацепления. При нагрузке ведущего валика *1* (рис. 185) реверсивным моментом 200 *гсм* мертвый ход должен быть не более 6°. Передаточное число от ведущего валика *1* к ведомому валику *6* равно 10.

Для проверки стопорится ведомый валик *6* с помощью рычага *5* и винта корпуса механизма. На ведущий валик устанавливают шкив диаметром 100 *мм* и шкалу с ценой деления 1°. На корпусе механизма с помощью винтов механизма или пластилина закрепляют индекс (стрелку). К нитке шкива, намотанной в желобе шкива, подвешивают груз весом 2000 : 50 = 40 *г*. Производят первый отсчет по шкале. После этого груз подвещивают на другую сторону шкива и производят второй отсчет по шкале. Разность первого и второго отсчетов по шкале равна величине мертвого хода.

Проверка мертвого хода с помощью шкалы применяется при большом допуске на мертвый ход (единицы или десятки градусов).

На рис. 186 показана конструкция крепления шкалы и шкива на валиках.

Проверка мертвого хода с помощью индикатора часового типа и уровня

10.3.5. В случае проверки мертвого хода индикатором и уровнем уровень закрепляют на медленно вращающемся валике, а угол поворота (мертвый ход) быстро вращающегося валика измеряют индикатором.

Пусть необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 187) в кинематической цепи от ведущего валика *5* до ведомого валика *3*. Мертвый ход должен быть не более 120′.

Для проверки механизм устанавливают на плиту. На ведущем валике закрепляют рычаг *7* (рис. 188) с плечом $R = 100$ *мм* (обычно применяют рычаги с длиной плеча от 50 до 100 *мм*). Стойку *1* с кронштейном *3* устанавливают на плиту, в кронштейне с помощью винта закрепляют индикатор часового типа. Для большей жесткости основание стойки *1* закрепляют на плите с помощью струбцины. Пружину *2* зацепляют за рычаг *7*. Положение индикатора регулируют так, чтобы измерительный наконечник индикатора был перпендикулярен рычагу *7*, а точка касания измерительного наконечника находилась на расстоянии 100 *мм* от оси ведущего валика; при этом индикатор должен быть заведен на 1—2 оборота (1—2 *мм*). На ведомом валике с помощью приспособления (рис. 189) закрепляют уровень с ценой деления 30″ так, чтобы ось уровня была перпендикулярна оси ведомого валика. Вращают микрометрический винт *8* (рис. 188) в одну сторону до тех пор, пока уровень на ведомом валике придет в движение. Таким образом, мертвый ход будет выбран в одну сторону. Вращая микроме-

трический винт в ту же сторону, пузырек уровня выводят примерно в среднее положение. После этого вращение микрометрического винта прекращают и замечают первое показание индикатора. Затем микрометрический винт медленно вращают в обратном направлении так, чтобы показания индикатора плавно изменялись через одно деление (0,01 *мм*), и наблюдают за пузырьком уровня. В момент трогания пузырька уровня вращение прекращают и замечают второе показание индикатора. Разность показаний индикатора равна величине мертвого хода в линейном измерении.

Допустим, что разность X показаний индикатора оказалась равной 3 *мм*. Мертвый ход $\Delta\varphi_{м.х}$ в угловой мере определим из формулы

$$\operatorname{tg}(\Delta\varphi_{м.\,х}) = \frac{X}{R} = \frac{3}{100} = 0{,}03.$$

Следовательно, мертвый ход (приложение 4) $\Delta\varphi_{м.х} = 1°44'$.

Определим погрешность принятого метода измерения. Если в момент трогания пузырек уровня переместился на одно деление ($\Delta\alpha$), соответствующее 30″ поворота ведомого валика, то погрешность $\Delta\varphi$ отсчета на ведущем валике составит

$$\Delta\varphi = i \cdot \Delta\alpha,$$

где i — передаточное число от ведущего валика *5* (рис. 187) к ведомому валику *3*:

$$i = \frac{144 \cdot 144}{24 \cdot 24} = 36.$$

Тогда $\Delta\varphi = 36 \cdot 30'' = 1080'' = 18'$, что составляет $18' : 120' = 0{,}15$, или 15% величины допуска на мертвый ход, т. е. проверка выполнена с достаточной точностью.

Проверка мертвого хода с помощью автоколлимационных трубок

10.3.6. Пусть необходимо проверить мертвый ход механизма (рис. 190) в кинематической цепи от ведущего валика *4* до ведомого валика *3*. Мертвый ход должен быть не более 5′.

Проверку осуществим с помощью двух автоколлимационных трубок НЮ-25.

Автоколлимационная трубка НЮ-25 представляет собой телескопическую зрительную трубку, юстированную на бесконечность и снабженную автоколлимационным окуляром, который имеет в фокальной плоскости марку, освещаемую лампочкой 26 *в*, 0,15 *а* (рис. 191, *а*).

Марка представляет собой площадку с перекрестием, закрытую со стороны окуляра призмой подсветки. Перекрестие расположено в фокальной плоскости объектива и окуляра.

На рис. 191, *б* изображение марки дано в некоторой произвольной точке, что соответствует повороту зеркала из нулевого поло-

жения на углы α и β, отсчитываемые по горизонтальной и вертикальной шкалам.

Свет от лампочки выходит из объектива в виде пучка лучей, параллельного оптической оси трубки.

Перед автоколлиматором должно находиться плоское зеркало, которое отражает лучи, прошедшие через марку, обратно в трубку под некоторым углом к первоначальному направлению в соответствии с угловым положением зеркала. На сетке трубки образуется изображение марки, воспринимаемое глазом через окуляр, как обычно при пользовании зрительной трубой. Положение отраженного изображения марки (перекрестия) на шкале трубы характеризует собой угловое положение зеркала. Величина перемещения перекрестия по шкале указывает угол поворота зеркала.

Техническая характеристика автоколлимационной трубки НЮ-25:

— пределы измерения $\pm 110'$;

— цена наименьшего деления шкалы (с учетом автоколлимации) $1'$;

— ширина риски шкалы $6''$;

— увеличение $6\times$;

— поле зрения $8°$;

— фокусное расстояние объектива 122,94 *мм*.

Проверку мертвого хода с помощью двух автоколлимационных трубок проводят в следующем порядке. Механизм устанавливают на плиту. На ведущем *4* (рис. 190) и ведомом *3* валиках механизма с помощью специальных приспособлений, пластилина или воска закрепляют зеркала *5* и *2* так, чтобы отражающие поверхности зеркал были параллельны осям валиков. На плиту устанавливают стойки для крепления автоколлимационных трубок. На стойках закрепляют автоколлимационные трубки, при этом каждое зеркало должно находиться в поле зрения трубы своего автоколлиматора.

Включают лампочки подсветки автоколлимационных трубок в сеть напряжением 24 *в*. Регулируют положение автоколлимационных трубок и зеркал так, чтобы оси трубок были перпендикулярны отражающим поверхностям зеркал (осям ведущего и ведомого валов), а изображения марок (перекрестий) находились в середине шкал сеток автоколлимационных трубок.

Поворачивают ведущий вал в одном направлении до тех пор, пока ведомый вал не начнет вращаться. Замечают показания автоколлиматоров с учетом происшедшего поворота ведомого валика. После этого ведущий вал поворачивают сначала в ту же сторону, а затем в обратном направлении до момента совпадения перекрестия в автоколлимационной трубке, установленной против ведомого валика, с первоначально замеченным делением шкалы сетки автоколлимационной трубки.

Выполняют второй отсчет по автоколлимационной трубке, установленной против зеркала ведущего валика. Сумма или разность первого и второго отсчетов по автоколлимационной трубке, уста-

новленной против зеркала ведущего валика, равна величине мертвого хода.

Определим погрешность принятого метода измерения. Если совмещение риски перекрестия с делением сетки автоколлимационной трубки выполнено с точностью толщины риски $\Delta\alpha = 6''$, то погрешность $\Delta\varphi$ отсчета по автоколлимационной трубке, установленной против зеркала ведущего валика, составит

$$\Delta\varphi = i \cdot \Delta\alpha,$$

где i — передаточное число от ведущего валика *4* до ведомого валика *3*:

$$i = \frac{144 \cdot 76}{24 \cdot 76} = 6.$$

Тогда $\Delta\varphi = 6 \cdot 6'' = 36''$, что составляет $36'' : 300'' = 0{,}12$, или 12% величины допуска на мертвый ход, т. е. проверка выполнена с достаточной точностью.

Проверка ошибки передачи

10.3.7. Погрешности зубьев колес в шаге и профиле, эксцентриситет колес, перекосы осей в корпусе механизма при равномерном вращении ведущего валика вызывают неравномерное вращение ведомого валика, т. е. небольшие колебания величины передаточного числа.

Ошибка передачи представляет собой избыточные углы поворота того валика, который принят в качестве ведомого на время проверки.

Предельная величина допуска на ошибку передачи той или иной кинематической цепи указывается в руководствах по ремонту.

Для проверки ошибки передачи применяются специальные стенды, оптические делительные головки, отсчетные микроскопы, точные шкалы (точность проверки $\pm 1'$). Подобных приборов войсковые реморганы не имеют. Но при наличии в комплекте станции теодолита и шкал самого проверяемого блока ошибка передачи может быть проверена по методике, изложенной ниже.

Проверка ошибки передачи с помощью теодолита и шкал механизма

10.3.8. Пусть необходимо проверить ошибку передачи механизма от оси сельсина *6* (рис. 192) точного отсчета к ведущему валику *1*. Ошибка передачи, измеренная на ведущем валике *1*, должна быть не больше $\pm 3'$. Измерения провести в 8 положениях (точках) через 51°30′ оборота ведущего валика *1*. Для проверки механизма *2* (рис. 193) устанавливают на стенд *1* ведущим валиком вверх. На ведущем валике закрепляют приспособление *3*, на котором устанавливают теодолит *4*. На расстоянии, превышающем

10 *м* от места установки проверяемого механизма, намечают точку визирования теодолита.

Поворачивая в одном направлении шкалу *6* сельсина точного отсчета, шкалы *5* и *6* сельсинов грубого и точного отсчетов устанавливают в нулевые положения. Визирную трубку теодолита направляют на точку визирования, а затем шкалу азимута теодолита устанавливают в нулевое положение. После этого ведущий валик механизма поворачивают на угол 51°30′, который отсчитывают по шкалам сельсинов грубого и точного отсчетов.

Затем визирную трубку теодолита поворачивают на угол, соответствующий углу визирования выбранной удаленной точки. В этом положении отсчитывают угол по шкалам азимута теодолита. Такие измерения повторяют в 8 точках через 51°30′ по шкалам сельсинов грубого и точного отсчетов.

Передаточное число от ведущего валика к шкале сельсина грубого отсчета равно 1. Следовательно, если шкала сельсина грубого отсчета повернулась на 51°30′, то ведущий валик был повернут на $51°30' \pm \Delta_{пер}$, где $\Delta_{пер}$ — ошибка передачи.

Результаты измерений записывают в таблицу.

Предположим, что получили следующие результаты измерений (табл. 8).

Таблица 8

Номер положения ведущего вала	Показание шкалы азимута теодолита α	Показание шкал сельсинов грубого и точного отсчетов β	Ошибка передачи $\Delta_{пер}=\alpha-\beta$
1	51°31′	51°30′	+1′
2	103°2′	103°	+2′
3	154°31′	154°30′	+1′
4	206°2′	206°	+2′
5	257°31′	257°30′	+1′
6	309°2′	309°	+2′
7	0°28′	0°30′	—2′
8	52°	52°	0′

Следовательно, ошибка передачи механизма равна ±2′.

Проверка плавности и легкости хода

10.3.9. После сборки механизма и включения в рабочий режим он должен работать легко, плавно, без толчков и заеданий. Эти параметры работы механизма могут быть косвенно проверены по потребляемому току приводного электродвигателя. Легкость хода проверяется по максимальной величине тока, а плавность хода — по колебаниям тока. Допустимые величины при этой проверке при-

водятся в ремонтной документации. Для выполнения этих проверок необходимо подключить амперметр в цепь питания электродвигателя и произвести измерения тока при различных режимах работы механизма.

Проверка статических моментов вращения

10.3.10. Статические моменты вращения (моменты трогания) механизмов характеризуются усилиями, которые необходимо приложить к ведущим валикам механизмов для приведения их во вращение.

Моменты трогания измеряют с помощью шкива с грузами или с помощью динамометра.

При проверке моментов трогания с помощью шкива с грузами на ведущий валик устанавливают шкив (рис. 194) и закрепляют его.

К нити, намотанной на шкив, подвешивают груз. Величина груза, при которой шкив начинает вращаться, умноженная на радиус шкива, дает статический момент трогания, т. е. момент, необходимый для приведения в движение механизма из состояния покоя.

В тех случаях, когда на конце ведущего валика имеется зубчатое колесо или поводок, их можно использовать при измерении вместо шкива.

Момент трогания на маховичках валиков ручного привода может быть определен, как это показано на рис. 195. При этом необходимо, чтобы ручка маховичка была в боковом положении. Плечо в этом случае при повороте рукоятки меняется (рис. 195), поэтому определение начала трогания должно осуществляться при строго боковом положении ручки.

Когда нагрузка меняется неравномерно (например, в эксцентриковых или синусных механизмах), определяется наибольший статический момент или момент в зависимости от входных величин по специальной таблице, указанной в частном руководстве по ремонту.

При определении статического момента трогания граммометром (или динамометром) на ведущий валик устанавливают рычаг (рис. 196) известной длины, за который зацепляют крючок граммометра. Показание граммометра в момент начала вращения, умноженное на рабочее плечо рычага, составляет статический момент вращения.

10.4. ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА И НЕСООСНОСТИ ДЕТАЛЕЙ НА МЕРТВЫЙ ХОД

Муфты

В процессе эксплуатации и ремонта блоков соосность валиков может быть нарушена вследствие смещения соединенных узлов (блоков), изгиба валиков, износа деталей, неправильной сборки

и монтажа и т. д. (рис. 197). Поэтому при ремонте и установке узлов, блоков и муфт необходимо учитывать сведения, изложенные в данном разделе.

А. Поводковые муфты

Однопальцевая поводковая муфта (рис. 198) применяется для соединения двух валиков при незначительном радиальном смещении их геометрических осей.

Во время эксплуатации палец и паз муфты вследствие трения изнашиваются, что приводит к увеличению зазора между пальцем и пазом. Зазор увеличивает мертвый ход муфты при передаче вращения.

Величина мертвого хода $\Delta\varphi_{м.х}$ в градусах в зависимости от зазора между пальцем и пазом определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 57{,}3\,\frac{s}{r},$$

где s — зазор между пальцем и пазом, *мм* ($s=b-d$, где b — ширина паза, d — диаметр пальца);

r — расстояние между осью пальца и осью ведущего диска, *мм* (рис. 199).

Величина мертвого хода в минутах определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 3437{,}7\,\frac{s}{r}.$$

Как видно из формул, муфты с большим расстоянием r между осью пальца и осью диска имеют меньший мертвый ход.

Пример. Определить мертвый ход поводковой муфты со следующими данными: диаметр пальца $d=4{,}992$ *мм*, ширина паза $b=5{,}013$ *мм*, $r=26$ *мм*.

Определим зазор $s=b-d=5{,}013-4{,}992=0{,}021$ *мм*. Тогда мертвый ход будет

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 3437{,}7\,\frac{s}{r} = 3437{,}7\cdot\frac{0{,}021}{26} = 2{,}78.$$

Для уменьшения зазора между пальцем и пазом (вследствие износа) их хромируют или заменяют палец новым, имеющим больший диаметр. Величина нормального зазора указывается в руководствах по ремонту.

Радиальное смещение геометрических осей валиков, соединяемых однопальцевой поводковой муфтой, вызывает ошибку в передаваемом угле поворота.

Из рис. 199 следует, что

$$\frac{\sin\delta}{\sin\varphi} = \frac{a}{r},$$

откуда

$$\sin\delta = \sin\varphi\,\frac{a}{r},$$

где $\delta = \alpha - \varphi$ — величина ошибки, вызываемой смещением осей валиков;

α — угол поворота ведущего диска *1* с пальцем *2*;

φ — угол поворота ведомого диска *3* муфты;

a — величина относительного смещения геометрических осей валиков (эксцентриситет).

Из уравнения видно, что значение угловой ошибки δ изменяется по закону синуса и имеет абсолютный максимум при $\varphi = 90°$ и 270°. Поэтому максимальная ошибка в передаваемом угле поворота в градусах определяется по формуле

$$\delta_{макс} = \text{arc}\sin\frac{a}{r}$$

или в минутах по формуле

$$\delta_{макс} = 60\,\text{arc}\sin\frac{a}{r}.$$

На рис. 200 приведен график зависимости между величинами $\delta_{макс}$ при разных значениях радиуса r.

Во время сборки узлы (блоки) устанавливать так, чтобы несоосность валиков была минимальной.

Эластичная поводковая муфта (рис. 201) применяется для частичной амортизации ударных нагрузок при пуске и в случае реверса, а также для уменьшения вибрации и шума.

Ввиду упругой деформации эластичной прокладки муфта имеет мертвый ход, который увеличивается по мере износа прокладки. Изношенные прокладки при ремонте муфт подлежат замене.

Б. Плавающие (крестовые) муфты

Плавающая муфта (рис. 202) допускает значительно большее, чем у пальцевых поводковых муфт, радиальное смещение геометрических осей соединяемых ею валиков, так как возникающие при этом ошибки в передаваемом угле поворота равны по величине и противоположны по знаку.

Максимально допустимое радиальное смещение валиков равно $a_{макс} \approx 0{,}04\,D$, где D — наружный диаметр муфты. Допустимое угловое смещение валика $a_{макс} \approx 40'$.

Во время эксплуатации трущиеся поверхности дисков изнашиваются, что приводит к увеличению зазора между пазами и выступами и, следовательно, к увеличению мертвого хода; при этом чем больше смещение геометрических осей валиков, тем больше относительное скольжение, а следовательно, и износ трущихся поверхностей.

Если ширина паза муфты больше ширины входящего в него выступа промежуточного диска на величину δ_c (рис. 203), то мертвый ход ведомой половины муфты по сравнению с поворотом ведущей половины равен

$$\frac{2\delta_c}{D - a \cdot \sin\varphi},$$

где δ_c — зазор между пазом муфты и входящим в него выступом промежуточного диска, *мм*;

D — диаметр муфты, *мм*;

a — величина смещения геометрических осей соединяемых валиков, *мм*;

φ — угол поворота ведущего валика.

Максимум этого выражения получается при $\varphi = 90°$. Поэтому максимальный мертвый ход в градусах определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = 57{,}3\,\frac{2\delta_c}{D - a}.$$

Во избежание преждевременного износа трущихся поверхностей и излишних потерь мощности на трение муфты должны хорошо смазываться и не иметь задирин и заусениц на трущихся поверхностях.

Пазы, имеющие измененную форму (вследствие износа), задирины и заусеницы шлифовать. Если после шлифовки зазоры между пазами и выступами муфты окажутся больше предельно допустимых без ремонта, пазы хромировать или изготовить новый промежуточный диск с увеличенными размерами выступов (по размерам увеличенных пазов).

В. Мембранные муфты

Мембранные муфты применяются главным образом для передачи вращения при незначительном угловом смещении (перекосе) осей соединяемых валиков как устройства, заменяющие карданные соединения. Применение мембранных муфт в этом случае обеспечивает безлюфтовую передачу.

Чаще применяются двухмембранные муфты (рис. 204) как безлюфтовое соединение и двухмембранные муфты с электроизоляционной прокладкой (рис. 205) для непосредственной связи валиков.

Упругий мертвый ход в градусах определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = K \cdot 360°,$$

где K — коэффициент упругого мертвого хода, значения которого для муфт (рис. 204 и 205) приведены в табл. 9 и 10.

При уменьшении передаваемого момента упругий мертвый ход мембранных муфт снижается. Если передаваемый момент меньше 20% максимального момента (для указанных выше муфт см.

табл. 9, 10), который может передаваться муфтой, упругий мертвый ход можно не учитывать.

Таблица 9

Муфта (рис. 204)		Предельный рабочий угол между валиками, *град*	Максимальный передаваемый момент $M_{макс}$, *гсм*	Коэффициент упругого мертвого хода $K_{макс}$ (при $M_{макс}$)
d мм	*D мм*			
4	35	1	180	0,0003
6	35	1	180	0,0003
8	45	1,5	700	0,0004
9	45	1,5	700	0,0004
10	55	2,5	1800	0,00048
12	55	2,5	1800	0,00048

Таблица 10

Муфта (рис. 205)		Предельное смещение осей валиков, *мм*	Максимальный передаваемый момент $M_{макс}$, *гсм*	Коэффициент упругого мертвого хода $K_{макс}$ (при $M_{макс}$)
d мм	*D мм*			
4	35	+0,3	180	0,00008
6	35	+0,3	180	0,00008
8	45	+0,5	900	0,0001
9	45	+0,5	900	0,0001
10	55	+0,7	2400	0,00012
12	55	±0,7	2400	0,00012

Неисправные муфты заменяются новыми или ремонтируются согласно указаниям руководств по ремонту.

Карданные соединения

К недостаткам карданных соединений относятся наличие мертвого хода вследствие люфта в карданном шарнире и упругого мертвого хода вследствие скручивания длинных карданных валиков.

На рис. 206 показана конструкция нормализованного карданного соединения с жестким (неразъемным) карданным валиком. Шарнир такого карданного соединения выполняется в виде разъемной или неразъемной конструкции.

Предельный рабочий угол α данного нормализованного карданного соединения равен 15°. При $\alpha<15°$ уменьшается износ шарнира и увеличивается КПД передачи.

Значения осевого люфта карданного валика в зависимости от типов шарниров и диаметра стержня головки кардана приведены

в табл. 11. Величина осевого люфта при одном регулируемом шарнире указана с учетом возможности снятия карданного валика без расштифтовки и сдвига втулки разъемного шарнира, закрепленного на конце ведомого (ведущего) валика.

Таблица 11

Диаметр стержня головки d, *мм*	Осевой люфт, *мм*	
	оба шарнира неразъемные (вилки нерегулируемые)	один шарнир неразъемный, другой разъемный (вилка регулируемая)
4; 6	1—2	2—3
8; 9; 10; 12; 15	1—2	3,5—4

Угловой мертвый ход в градусах нормализованных двухшарнирных карданных соединений (рис. 206) определяется по формуле

$$\Delta\varphi_{м.\,х} = K \cdot 360°,$$

где K — коэффициент углового мертвого хода, теоретические значения которого приведены в табл. 12.

Таблица 12

Диаметр стержня головки d, *мм*	4	6	8	9	10	12	15
Коэффициент углового мертвого хода K	0,0048	0,004	0,0035	0,003	0,0027	0,0024	0,0026

Коэффициент K выражает значение углового мертвого хода в долях одного оборота.

Пример. Определить угловой мертвый ход карданного соединения (рис. 206) с $d=6$ *мм*.

По табл. 12 определяем значение коэффициента K для $d=6$ *мм*; $K=0{,}004$.

Тогда $\Delta\varphi_{м.х}=0{,}004 \cdot 360° = 1°44'$.

На рис. 207 показана конструкция двухшарнирного карданного соединения со съемным промежуточным валиком, устройство которого позволяет снять его вместе с головками шарниров без расштифтовки втулок, закрепленных на соединяемых валиках механизма. Для снятия карданного валика необходимо вывести головку шарнира из вилки, сжав пружину *5*.

Вместо головки карданного валика в трубку *1* может быть вставлен соединительный стержень, с помощью которого карданный валик удлиняется (рис. 208).

Значения передаваемых крутящих моментов, допускаемых карданными соединениями со съемными валиками, значительно ниже величин крутящих моментов, передаваемых карданными соединениями с неразъемными валиками (табл. 13).

Таблица 13

Диаметр стержня головки *d*, *мм*	Допускаемый момент, *гсм*	
	неразъемный валик (рис. 206)	съемный валик (рис. 208)
4	185	175
6	330	195
8	940	440
9	2025	660
10	3940	840
12	6390	—

При разборке механизмов (блоков) во время ремонта для снятия карданных валиков применять специальное приспособление (рис. 209).

Во время эксплуатации трущиеся поверхности вилок и колец шарниров карданного соединения изнашиваются, что приводит к поперечной (радиальной) шаткости карданного валика в вилках и появлению мертвого хода. Прорезь карданной вилки прошлифовать до выведения следов износа; при этом не должна нарушаться параллельность стенок прорези. Допускается непараллельность не более 0,02 *мм* на длине прорези. Кольцо карданного валика заменить, подогнав новое так, чтобы оно свободно, но без шаткости перемещалось в вилке. Размеры колец приводятся в руководствах по ремонту.

Необходимым условием нормальной работы после ремонта и сборки двухшарнирного карданного соединения (рис. 210) в отсчетных цепях механизмов является соблюдение следующих требований:

— оси валиков *1* и *3* должны быть параллельны одна другой или должны находиться под одним и тем же углом по отношению к среднему валику, т. е. $\alpha_1 = \alpha_2$. Валики *1*, *2* и *3* должны лежать в одной плоскости;

— вилки *5* и *6*, закрепленные на концах карданного валика *2*, должны лежать в одной плоскости, причем оси шарниров *4* и *7* должны быть параллельны.

Расположение ведущего и ведомого валиков под неравными углами ($\alpha_1 \pm \alpha_2$) или закрепление вилок на концах карданного валика *2* в разных плоскостях повлечет передачу с неравномерными

угловыми скоростями, т. е. приведет к неравномерности (ошибке) передачи.

Во время эксплуатации и сборки механизмов (блоков) после ремонта необходимо следить за тем, чтобы крутящие моменты, передаваемые карданными соединениями, не превышали предельно допустимых значений. Механизмы должны быть хорошо обкатаны и смазаны, иметь плавное, без заеданий вращение.

Увеличение крутящего момента более предельно допустимого значения может вызвать смятие плоскостей прорезей вилок и образование углового мертвого хода.

11. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОВЕРКА, НАСТРОЙКА И ИСПЫТАНИЕ СТАНЦИЙ

В настоящем разделе приведены сведения по проверке основных технических требований, настройке и испытанию после ремонта радиотехнических станций в сборе.

Внимание! Все работы, связанные с излучением высокочастотной энергии в пространстве (включая и работу на эквивалент антенны), проводить с соблюдением требований действующих приказов и инструкций по радиомаскировке.

11.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Проверку и настройку радиотехнической станции в комплексе производить после того, как проверены и приведены в соответствие с техническими требованиями ее отдельные системы, блоки и узлы.

К комплексной проверке и настройке допускаются станции, укомплектованные всеми блоками, механизмами, узлами, исправными электровакуумными приборами и предохранителями согласно Формуляру.

При комплексной проверке и настройке производят измерение ряда технических требований, характеризующих станцию как единую систему (измерение рабочей частоты, мощности, чувствительности и т. д.).

Последовательность проверки параметров и настройки станции устанавливается конкретно для каждого типа станций в зависимости от технологического удобства проведения различных операций.

Следует иметь в виду, что общую настройку станции рекомендуется начинать с тех систем, блоков и узлов, которые подвергались ремонту.

При ремонте систем, блоков и узлов вне станции общая настройка станции должна включать следующие этапы:

— проверка станции перед первым включением;

— включение станции и проверка функционирования систем;

— проверка основных технических требований и окончательная настройка станции.

Проверка станции перед первым включением преследует цель выявить неисправности, которые могут привести к аварийному режиму при подаче питающих напряжений. Первому включению предшествует тщательный осмотр станции, при котором проверяют:

— правильность межблочных соединений;

— начальные положения выключателей и переключателей на блоках станции;

— соответствие предохранителей номинальным данным;

— нулевые положения стрелок измерительных приборов, встроенных в блоки;

— надежность крепления блоков;

— механическую исправность блокировок, микровыключателей и других элементов автоматики и защиты;

— качество заземления станции и агрегата питания (штыри должны находиться в земле, земля должна поддерживаться во влажном состоянии).

Проверить высокочастотные кабели, причем раздельно проверять целостность центральной жилы и экранной оплетки, а также изоляции между ними. Затем проверить правильность сборки волноводного тракта, целостность и плотность фланцевых соединений.

Цепи питания проверять на отсутствие коротких замыканий.

Перед первым включением станции необходимо проверить сопротивление изоляции силовых цепей. Сопротивление изоляции измерять мегомметром. Перед измерением установить все выключатели и переключатели в положения, соответствующие включенной станции. Одной из причин понижения сопротивления изоляции является большая влажность.

Для устранения ее необходимо включить на несколько часов обогрев внутри кабины, просушить, после чего вновь проверить изоляцию кабелей.

Осушить антенно-волноводный тракт с помощью дегидратора.

При первом включении станции произвести проверку правильности чередования фаз питающих напряжений. Проверку правильности чередования фаз питающих напряжений производить либо фазоуказателем, либо по направлению вращения двигателей вентиляторов и ГОН.

При первом включении необходимо убедиться в том, что:

— все предохранители целы;

— на передних панелях блоков загораются сигнальные лампочки;

— система вентиляции станции работает исправно;

— исправно работают цепи блокировок и защиты.

Если при первом включении станции вышел из строя какой-либо предохранитель, блок, в котором он находится, должен быть немедленно выключен до устранения неисправности. **Категорически запрещается на место испорченного ставить предохранитель, рассчитанный на больший ток, чем предусмотрено схемой.**

Это может привести к серьезной аварии, на устранение которой потребуется продолжительное время. Исправность системы вентиляции проверять на слух, по направлению потока воздуха и по нагреву электродвигателей вентиляторов.

Непосредственно после включения проверить работу выпрямителей с помощью контрольных приборов, встроенных в станцию, или (при их отсутствии) с помощью переносного прибора.

Если напряжение, получаемое с выпрямителя, не соответствует номинальному, необходимо соответствующими регулировками привести его к требуемой величине.

Если это не удается, следует проверить схему соответствующего выпрямителя и устранить неисправность.

После прогрева аппаратуры приступить к более детальной проверке работы станции, которую производить в такой последовательности:

— определить наличие тока кристаллических детекторов по соответствующему прибору; вращая ручку настройки клистрона (гетеродина), проверить, меняются ли токи детекторов;

— проверить работу АПЧ по колебаниям стрелки приборов ТОК ДЕТЕКТОРА или по вращению исполнительного двигателя механизма АПЧ;

— установить ручками регулировок ЯРКОСТЬ и ФОКУС на экранах индикаторов нормальную толщину и яркость линий разверток; ручками регулировки ЦЕНТР и МАСШТАБ проверить, как перемещается по экрану центр развертки и меняется ее масштаб; если в станции предусмотрено несколько масштабов дальности, регулировку масштаба развертки проверить на каждом масштабе;

— проверить наличие шумов приемника на экранах индикаторов, а также проверить, изменяется ли интенсивность шумов при вращении ручки УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА;

— проверить механизм вращения антенны; перед проверкой механизма вращения антенны убедиться, что помещение цеха (если сборка станции проходила в цехе) позволяет производить вращение антенны без каких-либо ограничений, что на ее отражателе нет чехла или других посторонних предметов; рекомендуется, чтобы при первом включении антенны один из операторов наблюдал за ее вращением и сигнализировал в кабину о возможных неисправностях; если предусмотрено несколько режимов работы антенны, проверку проводить во всех режимах;

— проверить наличие на экранах индикаторов отметок азимута и дальности и убедиться в том, что линии разверток перемещаются синхронно с вращением антенны в нужном направлении;

— проверить работу передатчика, для чего включить высокое напряжение; о нормальной работе передатчика судят по показанию прибора, контролирующего ток генератора, а также по загоранию сигнальных лампочек, если таковые имеются; если в магнетронных передатчиках слышны характерные тряски в магнетроне и наблюдаются броски стрелки прибора, контролирующего ток магнетрона, необходимо произвести тренировку магнетрона;

— проверить, излучается ли высокочастотная энергия в пространство; для этого волноводный переключатель поставить в положение АНТЕННА и навести антенну станции на антенну контрольного резонатора; по отклонению стрелки прибора контрольного резонатора судят об излучении высокочастотной энергии в пространство;

— проверить работу приемника по наличию отраженных сигналов от местных предметов или по наличию импульса «звона» на индикаторах станции.

После проверки исправности станции по внешним признакам нормальной работы необходимо настроить станцию. Настройка станции заключается в проверке технических требований и доведении их значений до величин, указанных в ТО, ИЭ или Формуляре.

11.2. ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Проверке подлежат следующие технические требования:

— диапазон и стабильность рабочих частот станции;

— относительная мощность излучения;

— анализ огибающей спектра высокочастотного импульса;

— чувствительность приемного устройства станции;

— длительность импульса «звона»;

— режим автоматического сопровождения цели по дальности и угловым координатам;

— согласование фазы генератора опорных напряжений с фазой сигнала ошибки (фазировка ГОН);

— точность измерения дальности и нулевой отсчет дальности;

— когерентный режим работы станции;

— юстировка антенных систем.

11.3. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

11.3.1. Диапазон и стабильность рабочих частот станции должны соответствовать величинам, указанным в Формуляре станции.

Измерение производить частотомером (волномером) по методике п. 2.7.5 настоящего Руководства или контрольным резонатором.

Измерение диапазона и стабильности рабочих частот станции контрольным резонатором производить в такой последовательности:

— подготовить контрольный резонатор к работе, как указано в ТО или ИЭ;

— вращая ручку контрольного резонатора, настроить его на рабочую частоту станции; состояние резонанса характеризуется максимальным показанием индикаторного прибора контрольного резонатора;

— снять показания лимба контрольного резонатора;

— по градуировочному графику (или по таблице) определить рабочую частоту станции.

Проверку производить на всех фиксированных частотах рабочего диапазона станции.

Подстройку рабочих частот производить по методике разд. 2 настоящего Руководства.

Стабильность рабочей частоты проверяется в зависимости от прогрева аппаратуры и возможного изменения нагрузки, в частности во время вращения элементов антенно-волноводной системы. Зависимость несущей частоты от прогрева аппаратуры проверяется обычно в процессе испытания станции длительной непрерывной работой и сводится к измерению значений рабочих частот в начале и конце этих испытаний.

Причинами ухода частоты сверх допустимой величины могут быть неисправности электровакуумных приборов и других элементов высокочастотных генераторов и питающих устройств, а также нарушение теплообмена вследствие неисправности вентиляторов. Нестабильность частоты в зависимости от изменения нагрузки часто называется «затягиванием частоты». Это явление может возникнуть при вращении антенной системы и объясняется неоднородностью характеристик вращающихся элементов антенно-волноводной системы в зависимости от их положения при вращении. Причинами недопустимого «затягивания частоты» могут быть неисправности генераторных ламп или некачественная сборка вращающихся сочленений волноводных линий. «Затягивание частоты» обнаруживается измерением рабочей частоты при различных положениях антенны.

11.3.2. Относительная мощность, излучаемая антенной станции, на разрешенных частотах рабочего диапазона волн должна соответствовать величинам, указанным в Формуляре станции.

Проверять с помощью измерителя мощности (стандартного прибора), встроенного измерителя мощности или контрольного резонатора.

Проверку с помощью измерителя мощности (стандартного прибора) проводить по методике п. 2.7.6 настоящего Руководства.

Проверку с помощью встроенного измерителя мощности проводить, как указано в ТО или ИЭ. При этом необходимо помнить, что градуировка индикаторного прибора встроенного измерителя мощности произведена в единицах средней мощности.

Проверку относительной мощности с помощью контрольного резонатора проводить в такой последовательности:

— подготовить контрольный резонатор к работе, как указано в ТО или ИЭ;

— вращая ручку контрольного резонатора, настроить его на рабочую частоту станции по максимальному показанию индикаторного прибора контрольного резонатора;

— снять показание индикаторного прибора контрольного резонатора и сравнить его величину с указанной в Формуляре.

Систематически сравнивая эти показания, можно сделать заключение об изменении излучаемой мощности.

Показания можно сравнивать лишь при контроле одного и того же магнетрона или магнетронов, имеющих одну и ту же рабочую частоту.

При расхождении показания индикаторного прибора с записями в Формуляре необходимо произвести настройку передающего устройства на максимально отдаваемую мощность, как указано в разд. 2 настоящего Руководства.

11.3.3. Форма и ширина огибающей спектра высокочастотного импульса передатчика должны иметь вид, приведенный в ТО, ИЭ или частном руководстве по ремонту.

Проверять контрольным резонатором или волномером в такой последовательности:

— настроить контрольный резонатор или волномер на рабочую частоту станции по максимальному показанию индикаторного прибора;

— медленно вращая ручку контрольного резонатора или волномера, пройти всю область генерируемых магнетроном частот; при этом необходимо отмечать показания индикаторного прибора и соответствующие им отсчеты по шкале или лимбу контрольного резонатора или волномера;

— по полученным точкам построить огибающую спектра частот, генерируемых магнетроном; нормальный вид огибающей спектра излучения передатчика показан на рис. 211, *а*.

Для эффективного использования излучаемой антенной энергии расхождения между частотами, соответствующими минимумам, прилегающим к главному максимуму, не должны значительно превышать полосу пропускания приемной системы. В радиолокационных станциях могут использоваться магнетроны, имеющие только хорошую и удовлетворительную огибающую спектра излучения передатчика (рис. 211, *а* и *б*). Если огибающая спектра имеет правильную форму, но малую высоту основного максимума, то это свидетельствует о малом анодном напряжении на магнетроне или об ухудшении вакуума в нем. Если в огибающей спектра отсутствуют глубокие минимумы (рис. 211, *в*) по бокам главного максимума, то это указывает на неправильную форму модулирующего импульса на катоде магнетрона.

Наличие в спектральной кривой двух максимумов (рис. 211, *г*) свидетельствует о генерации магнетроном колебаний двух типов на близких частотах или о «затягивании частоты», которое вызывается образованием стоячих волн в волноводе или фидере. Если регулировка магнитного поля и высокого напряжения не улучшает спектра, необходимо заменить магнетрон.

11.3.4. Длительность импульса «звона» должна соответствовать величине, указанной в Формуляре станции.

Измерение продолжительности импульса «звона» позволяет судить о качественном состоянии передатчика, антенно-волноводной и приемной систем.

Такая проверка является более точной, чем проверка высокочастотных элементов станции по сигналам, отраженным от местных предметов, которые обычно нестабильны и пульсируют. Кроме того, в большинстве случаев сигналы от местных предметов при увеличении усиления приемника насыщаются раньше, чем на индикаторе дальности появляются шумы, что затрудняет оценку отношения сигнал-шум.

Таким образом, измерение продолжительности импульса «звона» позволяет произвести относительную оценку такого основного параметра, как чувствительность.

Проверку длительности импульса «звона» производить по контрольному резонатору в такой последовательности:

— включить станцию;

— подготовить контрольный резонатор к работе, как указано в ТО или ИЭ;

— убедиться в точности установки рабочих режимов передающей системы (по встроенным приборам);

— при выключенном гетеродине установить начальный ток кристалла смесителя сигнала;

— установить на станции режим ручной подстройки частоты (РПЧ);

— включить гетеродин и установить рабочую величину тока кристалла смесителя сигнала и нормальный уровень шумов на индикаторе дальности;

— настроить контрольный резонатор на рабочую частоту станции по максимальному показанию индикаторного прибора; на экране индикатора дальности будет заметно расширение прямого импульса передатчика за счет импульса «звона» контрольного резонатора;

— органами регулировки гетеродина, разрядной камеры, а также выбором оптимальной связи клистрона со смесителем сигнала добиться максимальной продолжительности «звона». При этом согласование клистрона со смесителем должно быть выбрано так, чтобы при изменении частоты клистрона в обе стороны от максимума «звона» наблюдалось плавное изменение «звона» и тока кристалла смесителя сигнала. Заметных скачков, пропаданий и мерцаний импульса «звона» на участке плавного спада не должно наблюдаться;

— по экрану индикатора дальности определить продолжительность «звона» измерением дальности до точки, в которой сигнал от контрольного резонатора теряется в шумах (рис. 212);

— сравнить полученную продолжительность «звона» с величиной, записанной в Формуляре станции; если полученная продолжительность «звона» меньше величины, указанной в Формуляре станции, необходимо произвести настройку приемной системы и АВС, как указано в соответствующих разделах настоящего Руководства; кроме того, следует иметь в виду, что изменение продолжительности «звона» при нормальной настройке приемной системы и АВС может произойти вследствие заниженной мощности или плохого

спектра высокочастотного передающего устройства, изменения величины связи или неисправности кристаллического детектора в контрольном резонаторе, а также при нарушении контактов в высокочастотных разъемах кабелей контрольного резонатора, клистрона и смесителя сигнала.

11.3.5. Чувствительность приемного устройства станции на всех фиксированных частотах рабочего диапазона волн должна быть не хуже величины, указанной в частном руководстве по ремонту или Формуляре станции.

Проверку производить с помощью генератора сигналов, генератора шума станции, комбинированного испытательного прибора.

С помощью генератора сигналов чувствительность приемного устройства проверять по методике, указанной в п. 3.8.3 настоящего Руководства.

С помощью генератора шума станции чувствительность приемного устройства проверять в такой последовательности:

— подготовить генератор шума к работе, как указано в ИЭ;

— установить волноводный переключатель рода работ (если имеется) в положение ШУМОВОЙ ГЕНЕРАТОР;

— перевести приемное устройство в режим ручной регулировки усиления;

— установить минимальное усиление приемной системы (вывести усиление);

— по встроенному прибору или по микроамперметру, подключенному к выходу детектора УПЧ, измерить начальный ток детектора I_0;

— усилением приемника увеличить ток детектора на величину ΔI_1, указанную в ИЭ или частном руководстве по ремонту; прибор покажет суммарную величину тока I_1, равную:

$$I_1 = I_0 + \Delta I_1;$$

— включить генератор шума и по прибору измерить величину тока I_2 детектора УПЧ, которая равна:

$$I_2 = I_1 + \Delta I,$$

где ΔI — приращение тока за счет генератора шума.

При нормальной чувствительности приемного устройства ток I_2 или приращение тока ΔI должно быть не менее величины, указанной в ИЭ или частном руководстве по ремонту.

С помощью комбинированного испытательного прибора (типа РИП) чувствительность станции проверять в такой последовательности:

— включить станцию, за исключением высокого напряжения;

— подключить выход генератора комбинированного испытательного прибора с помощью согласующего переходного устройства к антенно-волноводной системе станции вместо облучателя;

— подготовить комбинированный испытательный прибор к ра-

боте в режиме ИЗМЕРЕНИЕ, как указано в ИЭ данного прибора;

— установить максимальное усиление приемного устройства;

— на выход детектора УПЧ подключить микроамперметр для измерения тока детектора (если отсутствует встроенный прибор);

— перевести станцию в режим ручной подстройки частоты (РПЧ).

Оценка чувствительности станции может быть произведена как в режиме непрерывной генерации, так и в импульсном режиме работы комбинированного испытательного прибора. Последний метод оценки чувствительности менее точен.

Для измерения чувствительности станции с помощью комбинированного испытательного прибора, работающего в режиме непрерывной генерации, необходимо:

— установить на генераторе комбинированного испытательного прибора частоту, равную рабочей частоте станции;

— аттенюатором генератора комбинированного испытательного прибора установить ослабление сигнала таким, чтобы стрелка микроамперметра (встроенного прибора), измеряющего ток детектора УПЧ, была примерно на середине шкалы;

— подстроить частоту генератора комбинированного прибора по максимальному показанию прибора тока детектора УПЧ; если стрелка прибора зашкаливает, необходимо увеличить ослабление сигнала генератора;

— подстроить элементы высокочастотного тракта станции (АВС, разрядную камеру, гетеродин) по максимальному показанию прибора тока детектора УПЧ;

— перевести работу комбинированного измерительного прибора из режима ИЗМЕРЕНИЕ в режим КАЛИБРОВКА;

— измерить микроамперметром ток $I_ш$ детектора УПЧ, обусловленный собственными шумами приемного устройства;

— установить минимальное усиление приемной системы и измерить начальный ток I_0 детектора УПЧ;

— установить максимальное усиление приемной системы;

— перевести работу комбинированного испытательного прибора из режима КАЛИБРОВКА в режим ИЗМЕРЕНИЕ и выждать 2—3 *мин*; установить такую величину выходной мощности генератора, при которой показания прибора тока детектора УПЧ будут соответствовать удвоенному значению тока детектора, обусловленного собственными шумами приемного устройства, за вычетом начального тока:

$$I = 2I_ш - I_0;$$

— отсчитать по шкале аттенюатора генератора величину ослабления выходной мощности в децибелах;

— к полученной величине ослабления выходной мощности прибавить затухание в измерительном кабеле и согласующем переходном устройстве (примерно 4—6 *дб*); полученная суммарная величина ослабления выходной мощности генератора комбинирован-

ного прибора в децибелах характеризует чувствительность станции в режиме непрерывной генерации и должна быть не хуже величины, указанной в Формуляре станции или частном руководстве по ремонту.

Для измерения чувствительности станции с помощью комбинированного испытательного прибора, работающего в режиме импульсной генерации, необходимо:

— подготовить комбинированный испытательный прибор для работы в ждущем импульсном режиме согласно ИЭ данного прибора, используя для запуска генератора прибора пусковые импульсы станции;

— подстроить частоту генератора прибора по максимальной амплитуде импульса на индикаторе дальности; в случае ограничения (насыщения) импульса аттенюатором прибора ослабить сигнал;

— подстроить элементы высокочастотного тракта (АВС, разрядную камеру, гетеродин) по максимальной амплитуде импульса от комбинированного испытательного прибора на экране индикатора дальности;

— установить аттенюатор генератора прибора в такое положение, при котором отметка на экране индикатора пропадет;

— отсчитать по шкале аттенюатора величину ослабления выходной мощности генератора комбинированного испытательного прибора в децибелах.

Полученное значение ослабления выходной мощности характеризует чувствительность станции в импульсном режиме и должно быть не хуже величины, приведенной в Формуляре станции или частном руководстве по ремонту.

Если измеренная чувствительность меньше требуемой, произвести настройку антенно-волноводной системы и приемного устройства, как указано в соответствующих разделах настоящего Руководства.

11.3.6. В режиме автоматического сопровождения цели станция должна обеспечить надежное сопровождение цели по дальности и угловым координатам.

Проверять в такой последовательности:

— включить станцию;

— навести антенну станции на цель (местный предмет), дающую насыщенный и устойчивый отраженный сигнал, и перейти на автоматическое сопровождение по дальности и угловым координатам;

— заметить при установке устойчивого пеленга показание шкал дальности и угловых координат;

— перейти на ручное сопровождение цели (местного предмета) по угловым координатам и отвести антенну по азимуту или углу места от направления на цель (местный предмет) на величину, указанную в ИЭ;

— перейти на автосопровождение цели (местного предмета) по угловым координатам; станция должна после двух-трех колебаний антенны надежно сопровождать цель (местный предмет); если

антенна станции совершает непрерывные периодические колебания около направления на цель или наводится на цель «вяло» (то отстает от цели, то опережает ее), следует произвести настройку обратной связи и усилителей мощности системы управления антенной; если антенна станции уходит от направления на цель, необходимо произвести балансировку системы управления антенной, как указано в разд. 7 настоящего Руководства;

— перейти на ручное сопровождение цели по дальности и штурвалом дальности отвести электрический визир в любую сторону от отраженного сигнала на индикаторе дальности на величину, указанную в ИЭ;

— перейти на автоматическое сопровождение цели; при этом после трех-четырех колебаний электрический визир на индикаторе дальности должен установиться симметрично относительно отраженного сигнала; если электрический визир «вяло» устанавливается на отраженный от цели сигнал или, наоборот, после установки продолжает совершать колебания, необходимо произвести регулировку усиления и обратной связи канала автоматического сопровождения по дальности; если электрический визир «уходит» от отраженного сигнала, необходимо произвести балансировку автодальномера.

11.3.7. Фаза генератора опорных напряжений должна быть согласована с фазой сигнала ошибки так, чтобы автоматическое сопровождение цели по угловым координатам происходило плавно и без периодических круговых движений цели вокруг перекрестия визира.

Предварительную фазировку ГОН проводить по отдельному местному предмету, дающему на экране дальности насыщенный и устойчивый отраженный сигнал, в такой последовательности:

— включить станцию;

— навести антенну на выбранный местный предмет, определить пеленговое направление (направление равносигнальной зоны) по минимуму сигнала ошибки, наблюдаемого на экране осциллографа, подключенного к выходу блока выделения сигнала ошибки;

— отвести антенну от пеленгового направления по азимуту на величину, указанную в ИЭ или ТО;

— выключить исполнительные двигатели азимута и угла места, выждать, пока они остановятся, и перевести станцию в режим автосопровождения по дальности и угловым координатам;

— подключить осциллограф к выходу демодулятора (коммутатора) блока (канала) управления по азимуту; на экране осциллографа должны наблюдаться осциллограммы вида рис. 213, *а* или *б*; сдвиг фазы (φ) опорного напряжения и напряжения сигнала ошибки должен быть равен 0° или 180°;

— подключить осциллограф к выходу демодулятора (коммутатора) блока (канала) управления по углу места; на экране осциллографа должны наблюдаться осциллограммы вида рис. 213, *в*. Сдвиг фазы (φ) опорного напряжения и напряжения сигнала ошибки должен быть равен 90°; если на экране осциллографа ука-

занные осциллограммы не наблюдаются, необходимо их добиться путем разворота статора генератора опорных напряжений.

Окончательная фазировка ГОН производится при автосопровождении одиночной воздушной цели (самолета или шара-пилота) в такой последовательности:

— навести антенну на цель и перейти на автоматическое сопровождение цели по дальности и угловым координатам;

— наблюдая в оптический визир за целью, убедиться, что сопровождение происходит плавно и без периодических круговых движений цели вокруг перекрестия визира;

— если цель, наблюдаемая в оптический визир, совершает вращательное движение вокруг перекрестия визира, необходимо, вращая статор ГОН в ту или иную сторону, добиться прекращения вращения цели в поле оптического визира; если при переходе в режим автосопровождения, антенна отбрасывается от направления на цель, необходимо развернуть статор ГОН на 180° и произвести предварительную фазировку.

11.3.8. Точность измерения дальности до выбранной цели должна быть не хуже величины, указанной в ИЭ, Формуляре станции или частном руководстве по ремонту.

Проверку производить по местному предмету, дальность до которого известна с точностью до 1—5 *м*, в такой последовательности:

— включить полностью станцию;

— навести антенну на выбранный местный предмет и перейти на автоматическое сопровождение по дальности и угловым координатам (если такие режимы имеются в станции);

— при установке устойчивого пеленга заметить показания шкал механизма дальности или отсчитать величину дальности по индикатору дальности;

— если дальность, отсчитанная по шкалам механизма дальности или индикатору дальности, будет отличаться от действительной дальности, необходимо развернуть фазовращатель до такого положения, когда шкалы механизма дальности будут показывать истинное значение расстояния до местного предмета, или произвести калибровку индикатора дальности, как указано в ИЭ или частном руководстве по ремонту.

На станциях, работающих по методу равносигнальной зоны, необходимо произвести установку нулевого отсчета дальности.

Установку нулевого отсчета дальности проводить по переднему фронту прямого (зондирующего) импульса передатчика в такой последовательности:

— перевести станцию в режим ручного сопровождения по дальности и угловым координатам;

— штурвалом ручного управления по дальности установить шкалы механизма дальности в такое положение, чтобы на индикаторе дальности был виден передний фронт прямого импульса передатчика;

— совместить конец электрического визира с началом перед-

него фронта прямого импульса передатчика и записать показания шкал механизма дальности в Формуляр станции.

11.3.9. При работе станции в когерентном режиме должно происходить подавление пассивных помех (дипольных помех и отражений от местных предметов).

Проверка работы станции в режиме подавления пассивных помех производится:

— по местным предметам (станция работает с излучением на разрешенной частоте);

— по длительности импульса «звона» контрольного резонатора (станция работает на эквивалент антенны).

Проверка работы станции в когерентном режиме по местным предметам проводится в следующем порядке:

— проверить систему стабилизации частоты местного гетеродина на разрешенных фиксированных частотах; при этом передатчик должен быть выключен; система стабилизации считается нормально работающей, если при переходе с одной фиксированной частоты на другую ток детектора основного смесителя приемной системы не исчезает и при изменении напряжения на отражателе клистрона местного гетеродина показания тока детектора не изменяются; ручка потенциометра, изменяющего напряжения на отражателе клистрона, после такой проверки должна устанавливаться в прежнее, вполне определенное положение, так как в противном случае может быть нарушена стабилизация местного гетеродина при переходе с одной фиксированной частоты на другую;

— проверить систему автоматической подстройки частоты; при этом необходимо включить передатчик; система АПЧ считается нормально работающей, если при работающей АПЧ изображение местных предметов на индикаторе дальности не хуже, чем при выключенной системе АПЧ и при подстройке вручную частоты передатчика на максимальную величину сигналов от местных предметов;

— проверить фазирование когерентного гетеродина; при этом станция должна работать в когерентном режиме, компенсация ветра должна быть выключена; при наличии фазирования и сигнала от местного предмета наблюдаемые сигналы на экране индикатора должны быть четко очерчены и иметь максимальную амплитуду; если отсутствует фазирование когерентного гетеродина, то очертания сигналов от местных предметов на экране индикатора нечеткие; в этом случае проверить наличие и амплитуду фазирующего импульса на когерентном гетеродине;

— проверить возможность изменения частоты когерентного гетеродина в режиме компенсации подвижных образований; для этого необходимо переключателем включить компенсацию ветра и, вращая ручку компенсации ветра, найти положение, при котором сигналы от местных предметов будут четко очерченными; вращение ручки в обе стороны от этого положения должно вызывать пульсацию сигналов местных предметов (по мере удаления частоты пульсации увеличиваются);

— перевести СУА в режим ручного управления (ручного поиска);

— штурвалами ручного управления (ручного поиска) навести антенну на отдельный местный предмет или на ряд местных предметов (по возможности удаленных от станции);

— проверить качество компенсации помех по местным предметам; для этого необходимо переключателем перевести станцию в режим селекции подвижных целей (подавление пассивных помех); компенсация ветра должна быть выключена; при этом все местные предметы при нормально установленных шумах не должны наблюдаться на экране индикатора дальности на всех частотах; после включения переключателя компенсации ветра и при вращении ручки компенсации ветра сигналы на экране индикатора дальности должны изменяться по амплитуде и при нулевом положении шкалы должны быть скомпенсированы.

Проверка работы станции в когерентном режиме по длительности импульса «звона» контрольного резонатора проводится в следующем порядке:

— проверить систему стабилизации частоты местного гетеродина, проверить АПЧ и когерентный гетеродин описанным выше способом, так как эти проверки не зависят от нагрузки передатчика;

— проверку компенсации от местных предметов проводить при работе станции на эквивалент антенны по длительности импульса «звона»; для этого необходимо включить передатчик на эквивалент антенны и настроить контрольный резонатор на частоту передатчика, на индикаторе дальности в рабочем режиме появится изображение импульса «звона» определенной длительности.

При переводе станции в режим селекции подвижных целей (подавления пассивных помех) импульс «звона» должен быть скомпенсирован, а при вращении ручки компенсации ветра амплитуда его должна изменяться. Нулевому положению шкалы ручки компенсации ветра должен соответствовать момент полной компенсации импульса «звона».

Проверку компенсации необходимо производить на всех частотах повторения и на всех фиксированных рабочих частотах.

Для станций, в которых имеется эквивалент местных предметов (ЭМП), проверку системы защиты от пассивных помех проводить с помощью ЭМП по методике, изложенной в ИЭ.

11.3.10. Антенная система должна быть отъюстирована с точностью, указанной в ТО, ИЭ или частном руководстве по ремонту.

Юстировка антенных систем может производиться тремя способами:

а) согласованием механической, оптической и электрической осей (для станций автосопровождения);

б) изменением положения облучателя относительно зеркала антенны (для радиовысотомеров);

в) изменением положения отражателя (для станций обнаружения).

Юстировка антенных систем производится с помощью приспособлений, указанных в ТО, ИЭ или частном руководстве по ремонту.

Перед проверкой юстирования антенной системы производится тщательное горизонтирование станции, как это указано в ИЭ.

Согласование осей антенной системы производится при климатических условиях, обеспечивающих достаточную оптическую и радиолокационную видимость.

Вначале проверяют согласование механической и оптической осей антенной системы, а затем производят согласование электрической и оптической осей станции.

Проверка согласования оптической оси визира и механической оси антенны производится:

— по местному предмету, удаленному от станции на расстоянии 3—5 *км*;

— по щиту, установленному от станции на расстоянии 200—350 *м*.

Проверка согласования оптической оси визира станции и механической оси антенны по местному предмету производится только при наличии в комплекте станции приспособлений по методике, изложенной в ИЭ, или по методике, приведенной ниже.

Проверять в следующем порядке:

— установить на корпус механизма угла места (на силовой привод угла места) специальный контрольный диск (примерный вид которого показан на рис. 214) так, чтобы контрольная плоскость его была перпендикулярна оси вращения антенны по углу места с необходимой точностью (точность установки контрольного диска указана в ИЭ или частном руководстве по ремонту); перпендикулярность плоскости диска проверять с помощью двух-трех индикаторов часового типа, укрепленных на неподвижной стойке и расположенных под углом 90° (120°) один по отношению к другому (примерный вид установки стойки с индикаторами показан на рис. 215); при повороте антенны по углу места изменение показаний индикаторов должно быть не более величины, указанной в ИЭ или частном руководстве по ремонту; после проверки перпендикулярности установки контрольного диска стойку с индикаторами снять и на диск укрепить оптический визир так, чтобы его оптическая ось была параллельна контрольной плоскости диска;

— поворотом антенны по азимуту антенну навести на удаленный местный предмет так, чтобы выбранная вертикальная линия местного предмета совпала с вертикальной линией на сетке окуляра оптического визира, укрепленного на контрольном диске; эта же выбранная вертикальная линия местного предмета должна совместиться с вертикальной линией перекрестия визира станции; если такого совмещения нет, его необходимо произвести, поворачивая в небольших пределах оптический визир антенны по азимуту.

Установка оптической оси визира станции перпендикулярно оси вращения антенны по углу места по щиту производится в следующем порядке:

— нанести на щите две вертикальные линии, расстояние между которыми равно расстоянию между центрами объективов оптического визира станции и оптического визира, установленного на контрольном диске;

— навести антенну на щит так, чтобы вертикальная линия оптического визира совпала с крайней линией на щите (крайней считается линия, которая находится с той же стороны, что и оптический визир, укрепленный на контрольном диске); вторая линия на щите должна также совпасть с вертикальной линией визира станции; если такого совмещения нет, его необходимо произвести, поворачивая в небольших пределах оптический визир антенны по азимуту.

Проверка согласования оптической оси визира станции и электрической оси антенны производится в следующем порядке:

— включить полностью станцию и прогреть ее в течение 30 *мин*;

— проверить работу и настройку систем станции (особое внимание обратить на систему управления антенной);

— выбрать воздушную цель; в качестве воздушной цели для этой проверки можно использовать самолет, летящий так, чтобы его угловые координаты изменялись возможно медленнее, или шар-пилот с подвешенным к нему уголковым или сферическим отражателем;

— перевести станцию в режим автосопровождения.

При автоматическом сопровождении цель должна быть видна в поле зрения визира станции и должна совершать колебательные движения вокруг центра перекрестия визира. При этом центр колебаний цели как по азимуту, так и по углу места не должен отстоять от центра перекрестия визира станции более чем на величину, указанную в ИЭ или частном руководстве по ремонту (допускаются отдельные случайные выбросы).

При отклонении цели от горизонтальной линии перекрестия визира необходимо отрегулировать положение визира станции по углу места до совмещения цели с горизонтальной линией перекрестия визира.

При систематическом отклонении цели от перекрестия визира согласование осей выполняется изменением положения рефлектора антенны с помощью регулировочных винтов с контргайками или постановкой дополнительных прокладок под рефлектор.

Во избежание рассогласования осей антенного устройства станции нельзя вращать антенну за рефлектор и не следует без надобности трогать оптический визир.

После согласования электрической, оптической и механической осей поворот статора ГОН **запрещается.**

Проверку правильности положения облучателя относительно зеркала антенны производить в следующем порядке:

— установить и закрепить на облучателе мишень, примерный вид которой изображен на рис. 216;

— установить в отверстие в центре зеркала антенны и отгоризонтировать юстировочный столик (рис. 217);

— закрепить на столике оптический визир (например, трубку ТХП).

При проверке юстировки облучателя убедиться, наблюдая в окуляр оптического визира, выдержана ли точность совмещения перекрестия на визире с перекрестиями, нанесенными на мишени. Перекрестие, нанесенное на стекле в основании мишени (рис. 218), должно находиться в центре широкого перекрестия, нанесенного на стекле, расположенном в конце мишени.

Совмещение перекрестий в поле зрения визира с перекрестиями, нанесенными на стеклах мишени (рис. 219), должно выдерживаться в пределах, указанных в ИЭ или частном руководстве по ремонту.

В случае отклонения положения облучателя от допустимого юстировку производить изменением длины тяг, с помощью которых облучатель крепится к зеркалу антенны.

Юстировка антенных систем путем изменения положения отражателей слагается из установки продольных осей нижнего и верхнего отражателей в горизонтальное положение и установки параллельности продольных осей нижнего и верхнего отражателей.

Установку продольной оси нижнего отражателя в горизонтальное положение производить в следующем порядке:

— перед нижним отражателем в произвольном месте, из которого видны реперные точки P_1 и P' (рис. 220), установить и отгоризонтировать теодолит;

— навести визирную трубку теодолита на верхнюю реперную точку P отражателя;

— развернуть визирную трубку теодолита в вертикальной плоскости таким образом, чтобы была видна нижняя точка P'; если нижняя точка P' видна справа от вертикальной линии на оптике теодолита, то правая сторона отражателя должна быть поднята (так как в теодолите видно обратное изображение); если точка P' видна слева, то правую сторону отражателя следует опустить.

Установку продольной оси верхнего отражателя в горизонтальное положение производить в следующем порядке:

— перед отражателем установить и отгоризонтировать теодолит в месте, равно удаленном от боковых реперных точек верхнего отражателя; правильность расположения теодолита проверять по равенству двух углов в горизонтальной плоскости (рис. 221): α — угол между направлениями на левую реперную точку S, нанесенную на верхнем отражателе, и на реперную точку, нанесенную на блоке облучателей P''; β — угол между направлениями на реперную точку P'' и на правую реперную точку, нанесенную на верхнем отражателе S';

— навести визирную трубку теодолита на левую реперную точку верхнего отражателя S и совместить ее с горизонтальной линией на оптике теодолита;

— развернуть визирную трубу теодолита в горизонтальной плоскости таким образом, чтобы была видна правая реперная точка S'.

Если правая реперная точка видна выше горизонтальной линии на оптике теодолита, то правая сторона отражателя должна быть поднята до совпадения правой реперной точки с горизонтальной линией теодолита.

Если правая реперная точка видна ниже горизонтальной линии теодолита, то правая сторона отражателя должна быть опущена до совпадения правой реперной точки с горизонтальной линией теодолита.

Установку параллельности продольных осей нижнего и верхнего отражателей производить в следующем порядке:

— установить и отгоризонтировать теодолит в месте, находящемся строго в створе реперных точек верхнего отражателя напротив левой (считая по ходу) стенки кабины (рис. 222);

— с помощью отвеса, имеющегося на теодолите, зафиксировать точку стояния теодолита (точка A_1);

— установить и отгоризонтировать теодолит в месте, находящемся строго в створе реперных точек нижнего отражателя напротив левой (считая по ходу) стенки кабины;

— с помощью отвеса, имеющегося на теодолите, зафиксировать точку стояния теодолита (точка B_1);

— из точки стояния теодолита B_1 измерить угол B в горизонтальной плоскости между направлениями на реперные точки нижнего отражателя и на точку стояния теодолита A_1;

— установить и отгоризонтировать теодолит в точке A_1;

— из точки стояния теодолита A_1 измерить угол A в горизонтальной плоскости между направлениями на точку стояния теодолита B_1 и на реперные точки верхнего отражателя.

Параллельность продольных осей отражателей считается обеспеченной, если сумма углов A и B равна 180°.

11.4. ИСПЫТАНИЕ СТАНЦИЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА

Общие указания

К испытаниям допускаются отремонтированные радиотехнические станции, прошедшие комплексную проверку и настройку.

Испытания радиотехнических станций после ремонта включают:

— испытание на прочность при транспортировании;

— испытание на брызгозащищенность;

— испытание непрерывной работой.

Испытание на прочность при транспортировании проводится с целью проверки качества ремонта механических узлов и блоков, антенной колонки, кабины, ходовой части, а также надежности

крепления блоков и шкафов в аппаратной кабине, навесного оборудования кабины и т. д.

Испытание на брызгозащищенность проводится с целью проверки качества ремонта наружной части кабины, вентиляционных люков, крышек силовых щитков, резиновых прокладок, обеспечивающих герметичное закрывание дверей, окон, надежность изоляции наружных кабелей (силовых, коммутационных). При проверке выявляется надежность работы станций во время или после пребывания в брызгонесущей среде. Допускается не проводить испытание на брызгозащищенность, если не была нарушена герметичность кабины.

Испытание непрерывной работой проводится с целью проверки качества ремонта блоков и систем станций и устойчивость их работы при длительном включении совместно с другими узлами, а также выявляется возможность и причины выхода из строя электрорадиоэлементов радиотехнической аппаратуры.

Если станция не выдержала какое-либо испытание, необходимо обнаружить и устранить неисправность и причину, вызвавшую ее. После этого повторно провести данное испытание.

11.4.1. **Радиотехническая станция должна выдержать испытание на прочность при транспортировании** пробегом на штатном автомобиле (тягаче) по грунтовым и булыжным дорогам на расстоянии не менее 25 *км* по утвержденным маршрутам. При утверждении маршрута необходимо распределить участки движения так, чтобы на грунтовые дороги и дороги с булыжным покрытием приходилось примерно 75% всего пути.

Скорость движения при испытании устанавливается в соответствии с ИЭ на испытуемое изделие или частным руководством по ремонту.

Переносные станции испытываются на любом автомобиле (тягаче) в штатной укупорке.

Перед испытанием радиотехнической станции на прочность при транспортировании необходимо привести станцию в походное положение и проверить внешним осмотром крепление блоков, шкафов в аппаратной кабине, крепление антенной колонки, навесного оборудования (лестниц, огнетушителей, шанцевого инструмента и пр.), состояние чехлов.

Наружная часть кабины и ходовая часть должны быть отремонтированы, а автомобиль (тягач) находиться в исправном состоянии.

Подготовку станции к транспортированию производить в соответствии с ИЭ. Если станция транспортируется тягачом, необходимо надежно сцепить его с прицепом. Соединить тормозной шланг прицепа с тормозным шлангом тягача. Подсоединить электрический кабель, подающий напряжение от аккумуляторов тягача на осветительную систему прицепа. Проверить, горят ли задние фонари и действует ли стоп-сигнал во время торможения тягача.

По окончании испытания произвести внешний осмотр станции с целью выявления механических повреждений и ослабления

крепления. Внутри кабины не должно быть наносов снега и пыли.

После этого включить станцию и проверить ее работоспособность в соответствии с ИЭ. Особое внимание обратить на проверку ходовой части, антенной системы и поворотного устройства антенны. Если антенное устройство ремонтировалось, проверить выставление контрольных уровней и юстировку антенны. В станциях, имеющих счетно-решающий прибор, проверить точность решения статических задач.

Радиотехническая станция считается выдержавшей испытание на прочность при транспортировании, если после испытания при внешнем осмотре не обнаружено механических повреждений.

11.4.2. **Радиотехническая станция должна выдержать испытание на брызгозащищенность** в походном и рабочем положениях путем равномерного обрызгивания водой поочередно четырех боковых и верхней сторон под углом примерно 45° с интенсивностью, имитирующей ливневый дождь в течение 30 *мин*.

Перед испытанием станции необходимо проверить мегомметром сопротивление изоляции цепей питания и установить места дождевания. Наиболее обильному дождеванию подвергаются антенная колонка, вентиляционные люки, силовые щитки, двери, окна и другие наиболее вероятные места проникновения воды внутрь кабины.

При рабочем положении целесообразно проверять станцию в режиме поиска, при этом периодически перемещать антенну по азимуту и углу места. Станции с вращающейся кабиной можно проверять при вращении со скоростью 1—2 *об/мин*, если при этом обеспечивается возможность наблюдения за работой аппаратуры. Наблюдение за работой аппаратуры производить по встроенным в станцию приборам.

После испытания проверить отсутствие воды внутри кабины. Сопротивление изоляции цепей питания, измеренное мегомметром на соответствующих контактах, указанных в частном руководстве по ремонту, должно быть номинальным.

Радиотехническая станция считается выдержавшей испытание, если внутри кабины отсутствует вода и значение сопротивления изоляции удовлетворяют требованиям, изложенным в ТО, ИЭ или частном руководстве по ремонту.

11.4.3. **Радиотехническая станция должна выдержать испытание непрерывной работой** в течение:

— для станций длительной работы (станций обнаружения) — не менее 12 *ч*;

— для станций кратковременной работы (станций автосопровождения) — не менее 8 *ч*.

Проверку производить во всех режимах работы. При наличии в станции тренировочного устройства необходимо периодически работать с ним в режиме поиска и сопровождения.

После предварительного прогревания станции (включением) проверяются основные параметры:

— чувствительность приемного устройства;
— ток магнетронного генератора;
— режим работы приемного устройства по встроенным приборам;
— устойчивость работы АПЧ;
— устойчивость работы когерентно-компенсационной и индикаторной аппаратуры.

Кроме того, проверяются индивидуальные требования для каждой станции в соответствии с ИЭ или частным руководством по ремонту.

В радиотехнических станциях, имеющих счетно-решающие приборы, необходимо проверить установку нулей и точность решения статических задач.

В период предварительной проверки разрешается подстраивать системы изделия органами регулировки, выведенными на переднюю панель, и проводить балансировку системы управления антенной.

Во время испытания станция должна работать непрерывно при работе передатчика на эквивалент антенны (если имеется) и номинальном токе мангетрона. Периодически (но не реже чем через 4 *ч* непрерывной работы) необходимо контролировать рабочие частоты и чувствительность приемника.

В процессе всей проверки разрешается:
— производить балансировку автодальномера;
— подстраивать когерентную аппаратуру;
— регулировать фокус и яркость изображений на электронно-лучевых трубках;
— регулировать усиление приемника при переключении частот в режиме поиска.

Другие регулировки не допускаются. Разрешается замена сменных элементов (электровакуумных приборов, предохранителей, сигнальных и индикаторных ламп) без выключения всей станции.

После испытаний необходимо проверить вышеуказанные параметры.

Радиотехническая станция считается выдержавшей испытание, если не было выхода из строя несменных элементов, а также двукратного выхода из строя одних и тех же сменных элементов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Все радиоизмерительные приборы разделены на 16 групп, которые обозначаются прописными буквами русского алфавита. Каждая группа состоит из нескольких подгрупп, обозначаемых цифрами по порядку. Название прибора складывается из обозначенной группы, подгруппы и порядкового номера, которым данный прибор отличается от других приборов своей подгруппы.

Классификацией предусмотрены следующие группы и подгруппы радиоизмерительных приборов.

Группа А. Приборы для измерения тока

Подгруппы:
1 — установки для проверки амперметров;
2 — амперметры постоянного тока;
3 — амперметры переменного тока;
4 — амперметры универсальные.

Группа В. Приборы для измерения напряжения

Подгруппы:
1 — установка для проверки вольтметров;
2 — вольтметры постоянного тока;
3 — вольтметры переменного тока;
4 — вольтметры импульсные;
5 — вольтметры фазочувствительные;
6 — вольтметры селективные;
7 — вольтметры универсальные.

Группа М. Приборы для измерения мощности

Подгруппы:
1 — установки для проверки измерителей мощности;
2 — измерители (ваттметры) проходящей мощности;
3 — измерители (ваттметры) поглощаемой мощности;
4 — мосты для измерителей мощности на термисторные и болометрические.

Группа Е. Приборы для измерения параметров в устройствах с сосредоточенными постоянными

Подгруппы:

1 — установки для проверки измерителей параметров;
2 — меры активных сопротивлений;
3 — меры индуктивностей;
4 — меры емкостей;
5 — меры проводимостей;
6 — измерители активных сопротивлений;
7 — измерители индуктивностей;
8 — измерители емкостей;
9 — измерители добротностей;
10 — измерители полных сопротивлений и проводимостей;
11 — измерители электрических и магнитных свойств материалов;
12 — измерители параметров универсальные.

Группа Р. Приборы для измерения параметров в устройствах с распределенными постоянными

Подгруппы:

1 — линии измерительные;
2 — измерители коэффициента стоячей волны и коэффициента отражения;
3 — измерители полных сопротивлений и проводимостей;
4 — измерители затухания;
5 — измерители кабельных линий.

Группа Ч. Приборы для измерения частоты

Подгруппы:

1 — установки для проверки измерителей частоты и воспроизведения образцовых частот;
2 — частотомеры (измерители частоты) резонансные;
3 — частотомеры (измерители частоты) гетеродинные;
5 — калибраторы кварцевые.

Группа Ф. Приборы для измерения сдвига фаз и времени запаздывания

Подгруппы:

1 — установки для проверки фазоизмерительных приборов;
2 — фазометры;
3 — фазовращатели измерительные;
4 — измерители группового времени запаздывания;
5 — измерители корреляции.

Группа С. Приборы для наблюдения и исследования формы сигналов и спектра

Подгруппы:
1 — осциллографы;
2 — измерители коэффициента амплитудой модуляции;
3 — измерители девиации частоты;
4 — анализаторы спектра;
5 — анализаторы гармоник;
6 — измерители коэффициента нелинейных искажений.

Группа Х. Приборы для наблюдения и исследования характеристик радиоустройств

Подгруппы:
1 — приборы для исследования частотных характеристик;
3 — приборы для исследования фазовых характеристик;
4 — приборы для исследования амплитудных характеристик;
5 — измерители коэффициента шума.

Группа И. Приборы специальные для импульсных измерений

Подгруппы:
1 — установки для проверки импульсных приборов;
2 — измерители временных интервалов (сдвигов, фронтов, длительностей импульсов и т. д.);
3 — счетчики импульсов;
4 — анализаторы импульсов;
5 — линии задержки.

Группа У. Усилители измерительные

Подгруппы:
1 — усилители постоянного напряжения селективные;
3 — усилители переменного напряжения широкополосные;
4 — усилители универсальные.

Группа П. Приборы для измерения напряженности поля и радиопомех

Подгруппы:
1 — установки для проверки измерителей напряженности поля, помех и измерительных приемников;
2 — индикаторы поля;
3 — измерители напряженности поля;
4 — измерители радиопомех;
5 — приемники измерительные;
6 — антенны измерительные;
7 — приборы для антенных измерений.

Группа Д. Аттенюаторы и делители напряжения

Подгруппы:

1 — установки для проверки аттенюаторов и делителей напряжения;
2 — аттенюаторы на сопротивлениях;
3 — аттенюаторы емкостные;
4 — аттенюаторы предельные;
5 — аттенюаторы поглощающие;
6 — делители напряжения.

Группа Э. Элементы коаксиальных и волноводных трактов

Подгруппы:

1 — трансформаторы согласующие;
2 — переходы;
3 — переключатели;
4 — фазовращатели;
5 — ответвители направленные;
6 — тройники и кольцевые мосты;
7 — головки детекторные и смесительные;
8 — элементы соединительные;
9 — сопротивления нагрузочные;
10 — эквиваленты антенн.

Группа Г. Генераторы измерительные

Подгруппы:

1 — установки для проверки измерительных генераторов;
2 — генераторы шумовых сигналов;
3 — генераторы сигналов;
4 — генераторы стандартных сигналов;
5 — генераторы импульсов;
6 — генераторы сигналов специальной формы.

Группа Л. Приборы для измерения параметров ламп и полупроводниковых приборов

Подгруппы:

1 — измерители параметров ламп и характериографы;
2 — измерители параметров полупроводниковых приборов и характериографы;
3 — измерители параметров электровакуумных приборов сверхвысоких частот (клистронов, ламп бегущей волны, магнетронов и др.).

Комбинированные приборы решено относить к группе и подгруппе, соответствующей основному измеряемому параметру. В наименование комбинированного прибора после обозначения группы добавляется прописная буква К. Модернизированные приборы сохраняют свое прежнее обозначение, но к нему добавляется прописная буква русского алфавита по порядку (в зависимости от того, какая по счету модернизация произведена).

Обозначения присваиваются Государственным комитетом по радиоэлектронике в централизованном порядке.

ТРЕБОВАНИЯ К ЭКРАНИРОВАНИЮ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ НАСТРОЙКИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УСТРОЙСТВ

Экранированные помещения служат для защиты настраиваемых высокочастотных устройств и приборов, используемых при их настройке, от влияния внешних электромагнитных полей и исключения излучения передающими устройствами высокочастотной энергии в пространство.

Электромагнитные поля проникают в помещение сквозь толщу стен, через отверстия и щели в стенах, а также по проводам электропитания.

Экранирование помещения осуществляется покрытием стен, потолка, пола и дверей сплошными металлическими листами или металлическими сетками. Для увеличения эффективности экран может изготавливаться двойным.

Наилучшее экранирование обеспечивает экран, изготовленный из сплошных металлических листов. При малой толщине листа и низкой радиочастоте эффективность экранирования стали ниже, чем меди и алюминия, а при большой толщине листа и высокой радиочастоте — больше. В диапазоне частот войсковых радиолокационных станций достаточно хорошее экранирование обеспечивает листовая сталь любой марки толщиной не менее 0,5 *мм*. В ремонтных органах экран из такой стали следует делать однослойным.

При изготовлении экрана листы стали накладываются внахлест и соединяются между собой пайкой или сваркой сплошным или точечным швом. Шаг точечного шва не должен превышать четверти длины волны $\left(\frac{\lambda}{4}\right)$, на которую настраивается высокочастотная аппаратура в данном помещении. Для обеспечения хорошего электрического контакта между отдельными листами и удобства пайки рекомендуется применять оцинкованное или луженое железо.

Эффективность сетчатого экрана ниже, чем экрана, выполненного из сплошного листа. Поэтому сетчатые экраны, как правило, изготавливаются двойными из латунной или стальной сетки. Толщина проволоки, из которой изготовлена сетка, должна быть не менее 0,2 *мм*, а размеры ячеек сетки не должны превышать $\frac{\lambda}{4}$. Расстояние между слоями сетки должно быть не менее $\frac{\lambda}{2}$.

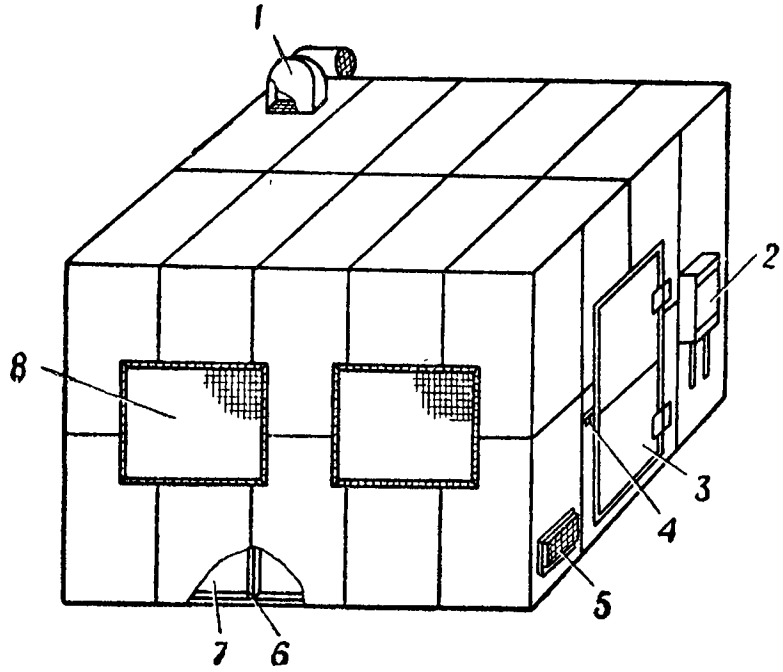
Между листами сетки должен быть обеспечен надежный электрический контакт пайкой с шагом не более $\frac{\lambda}{4}$.

Дверной проем должен иметь контакт с экраном двери по всему периметру непрерывно или с шагом не более $\frac{\lambda}{4}$. Для обеспечения контакта рекомендуется использовать пружинные пластины из фосфористой бронзы.

Окна экранированного помещения закрываются двумя слоями сетки или на время настройки аппаратуры съемными щитами из

листового железа. Контакт экрана окна с экраном стен должен удовлетворять тем же требованиям, что и для двери.

При установке вентилятора вентиляционные отверстия закрываются сеткой на входе и выходе. При этом следует учитывать, что густая сетка значительно ослабляет поток воздуха. Если настройка аппаратуры, требующая экранирования, производится непродолжительное время, то можно сетки не ставить, а на время настройки выключать вентилятор и вентиляционное отверстие закрывать заглушкой из листового железа.



Типовая экранированная комната:

1 — вытяжная вентиляция; *2* — сетевые фильтры; *3* — экранированная дверь; *4* — замок зажимной; *5* — приточная вентиляция; *6* — каркас; *7* — внутренняя обшивка; *8* — экранированное окно

Напряжение питания аппаратуры вводится в экранированное помещение через сетевые фильтры, которые рекомендуется устанавливать снаружи непосредственно у места ввода проводов в помещение. При выборе фильтров надо руководствоваться их электрическими характеристиками, приведенными в табл. П.3.1.

Размеры, вес фильтров и номинальные величины их элементов приведены в табл. П.3.2.

Болты, заклепки и другие детали, проходящие сквозь стенки экранированного помещения, должны иметь надежный контакт с экраном.

Для экранированных помещений, в которых настраиваются передающие устройства в целях обеспечения скрытости частот, необходимо предусмотреть блокировку, снимающую высокое напряжение при открывании входной двери.

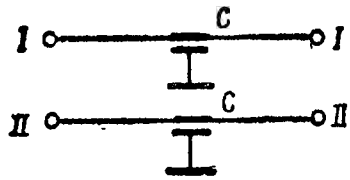
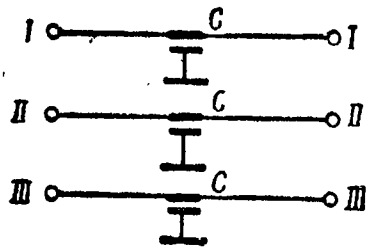
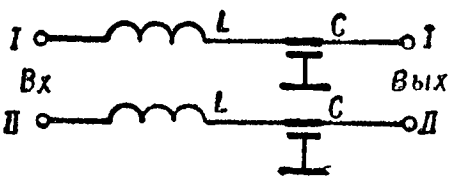
Внешний вид типовой экранированной комнаты показан на рис.

Пол и стены помещения по правилам техники безопасности должны быть покрыты внутри изоляционным материалом. Экрани-

рованное помещение необходимо заземлить; заземляющая шина соединяется снаружи с экраном у места установки фильтров. Сечение шины заземления должно быть не менее 20 *мм²*.

Таблица П.3.1

Электрические характеристики сетевых фильтров

Тип фильтра (нормаль ОН9-74-58)	Электрическая схема	Рабочее напряжение, *в*		Сила тока, *а*	Частоты, выше которых гарантируется эффективность подавления помех Эф-100, *Мгц*
		постоянное	переменное		
ФЕ-20-127		250	127	20	7
ФЕ-70-50Д		110	50	70	14
ФЕ-70-220		500	220	70	7
ФЕ-70-220Д		500	220	70	7
ФЕ-70-380Т		1000	380	70	7
ФИЕ-4-220		500	220	4	5
ФИЕ-10-220		500	220	10	3,5

Примечание. Эффективность подавления помех фильтром Эф определяется как отношение амплитуды помехи на входе фильтра к амплитуде помехи на выходе фильтра.

Таблица П.3.2

Основные данные сетевых фильтров

Тип фильтра	Габаритные размеры, *мм*			Вес, *кг*		Проходные отверстия для кабеля		Емкость проходного конденсатора, *мкф*	Индуктивность дросселя на $f=1000$ *гц*, *мкгн*
	длина	ширина	высота	в стальном корпусе	в латунном корпусе	количество	наибольший диаметр, *мм*		
ФЕ-20-127	194	95	98	1,6	1,7	1	16	0,5	—
ФЕ-70-50Д	218	124	105	1,9	2,0	2	16	0,25	—
ФЕ-70-220	214	124	115	2,6	2,7	1	28	0,5	—
ФЕ-70-220Д	218	124	115	2,7	2,8	2	16	0,5	—
ФЕ-70-380Т	214	170	115	2,9	3,0	1	28	0,5	—
ФИЕ-4-220	194	95	98	1,7	2,0	1	16	0,25	300 (с железным сердечником)
ФИЕ-10-220	214	170	115	3,4	3,7	1	16	1,0	150 (без сердечника)

ЗНАЧЕНИЯ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ tgα ДЛЯ УГЛОВ α=0°—6° ЧЕРЕЗ 1′

Угловая величина, *мин*	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
0	0,00000	0,01746	0,03492	0,05241	0,06993	0,08749	0,10510
1	00029	01775	03521	05270	07022	08778	10540
2	00058	01804	03550	05299	07051	08807	10569
3	00087	01833	03579	05328	07080	08837	10599
4	00116	01862	03609	05357	07110	08866	10628
5	00145	01891	03638	05387	07139	08895	10657
6	00175	01920	03667	05416	07168	08925	10687
7	00204	01949	03696	05445	07197	08954	10716
8	00233	01978	03725	05474	07227	08983	10746
9	00262	02007	03754	05503	07256	09013	10775
10	0,00291	0,02036	0,03783	0,05533	0,07285	0,09042	0,10805
11	0,00320	0,02066	0,03812	0,05562	0,07314	0,09071	0,10834
12	00349	02095	03842	05591	07344	09101	10863
13	00378	02124	03871	05620	07373	09130	10893
14	00407	02153	03900	05649	07402	09159	10922
15	00436	02182	03929	05678	07431	09189	10952
16	00465	02211	03958	05708	07461	09218	10981
17	00495	02240	03987	05737	07490	09247	11011
18	00524	02269	04016	05766	07519	09277	11040
19	00553	02298	04046	05795	07548	09306	11070
20	0,00582	0,02328	0,04075	0,05824	0,07578	0,09335	0,11099
21	0,00611	0,02357	0,04104	0,05854	0,07607	0,09365	0,11128
22	00640	02386	04133	05883	07636	09394	11158
23	00669	02415	04162	05912	07665	09423	11187
24	00698	02444	04191	05941	07695	09453	11217
25	00727	02473	04220	05970	07724	09482	11246
26	00756	02502	04250	05999	07753	09511	11276
27	00785	02531	04279	06029	07782	09541	11305
28	00815	02560	04308	06058	07812	09570	11335
29	00844	02589	04337	06087	07841	09600	11364
30	0,00873	0,02619	0,04366	0,06116	0,07870	0,09629	0,11394
31	0,00902	0,02648	0,04395	0,06145	0,07899	0,09658	0,11423
32	00931	02677	04424	06175	07929	09688	11452
33	00960	02706	04454	06204	07958	09717	11482
34	00989	02735	04483	06233	07987	09746	11511
35	01018	02764	04512	06262	08017	09776	11541
36	01047	02793	04541	06291	08046	09805	11570
37	01076	02822	04570	06321	08075	09834	11600
38	01105	02851	04599	06350	08104	09864	11629
39	01135	02881	04628	06379	08134	09893	11659
40	0,01164	0,02910	0,04658	0,06408	0,08163	0,09923	0,11688

Продолжение

Угловая величина, *мин*	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
41	0,01193	0,02939	0,04687	0,06438	0,08192	0,09952	0,11718
42	01222	02968	04716	06467	08221	09981	11747
43	01251	02997	04745	06496	08251	10011	11777
44	01280	03026	04774	06525	08280	10040	11806
45	01309	03055	04803	06554	08309	10069	11836
46	01338	03084	04833	06584	08339	10099	11865
47	01367	03114	04862	06613	08368	10128	11895
48	01396	03143	04891	06642	08397	10158	11924
49	01425	03172	04920	06671	08427	10187	11954
50	0,01455	0,03201	0,04949	0,06700	0,08456	0,10216	0,11983
51	0,01484	0,03230	0,04978	0,06730	0,08485	0,10246	0,12013
52	01513	03259	05007	06759	08514	10275	12042
53	01542	03288	05037	06788	08544	10305	12072
54	01571	03317	05066	06817	08573	10334	12101
55	01600	03346	05095	06847	08602	10363	12131
56	01629	03376	05124	06876	08632	10393	12160
57	01658	03405	05153	06905	08661	10422	12190
58	01687	03434	05182	06934	08690	10452	12219
59	01716	03463	05212	06963	08720	10481	12249
60	0,01746	,03492	0,05241	0,06993	0,08749	0,10510	0,12278